Bremer Energie Institut

Die Forschungsarbeit wurde mit Mitteln des
Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung
(Az Z 6 - 10.07.03-07.14 / II 2 80 01 07-14)
und der
EWE-Stiftung, Oldenburg
gefördert.
Die Verantwortung für den Inhalt liegt beim Autor.

Bericht

Allgemeinstrom in Wohngebäuden

Dämpfung der Wohn-Nebenkosten durch Innovationen zur Reduktion des Allgemeinstromverbrauchs

Projektleiter:
Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer

Bearbeiter:
Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer
Dipl.-Ing. M.A. Nadine Hoffmann

Unter Mitarbeit von:
cand. ing. Lars Bröhan, FH Kiel
cand. B.A. Magdalena Enke, Hochschule Bremen

Bremen 2009

Bremer Energie Institut

Campus Ring 1
28759 Bremen
Tel 0421–200-4888
Fax 0421–200-4877
Email info@bremer-energie-institut.de

Inhalt

1 Einleitung 5

2 Typische Allgemeinstromverbrauchskennwerte 9
2.1 Übersicht zum Allgemeinstromverbrauch und -kosten 9

3 Verursacher des Allgemeinstromverbrauchs 13

4 Detaillierte Betrachtung ausgewählter Allgemeinstromverbrauch-Anwendungen 15
4.1 Beleuchtung 15
4.2 Klingel-, Sprech-, Video- und Türöffnungsanlagen 36
4.3 Personenaufzüge 39
4.4 Elektrische Heizsysteme zur Eis- und Schneefreihaltung 49

5 Kurzbetrachtung weiterer Geräte, Anlagen und Anwendungen 54
5.1 Radio- und TV- Empfang 54
5.2 Sicherheit 58
5.3 Telefon 61
5.4 Lüftungsanlagen 61
5.5 Garagen, Tiefgaragen 64
5.6 Hebeanlage für Abwasser 66
5.7 Gemeinschaftswaschmaschinen, -trockner 67
5.8 Druckerhöhungsanlagen 69
5.9 Wasserfilterung, Wasserbehandlung 70
5.10 Außenjalousien, Verschattungssysteme, Rolltore 71
5.11 Maschinell zu öffnende Lichtkuppeln und Fenster 72
5.12 Drainage- bzw. Fundamentpumpen 73
5.13 Datenübertragung über das Niederspannungsnetz 75

6 Optionen für Gesetzgeber 76
6.1 Technische Impulse 76
6.2 Informations-Impulse in Energieausweisen 77

7 Optionen für Förderer 79

8 Zusammenfassung 80

9 Literaturverzeichnis 86

Anlagen

Anlage 1 Literaturwerte zur Arbeit und Leistung von Allgemeinstrom-Anlagen

Anlage 2 Eigene Messergebnisse: Arbeit (Anlage 2a) und Leistung (2b)

Anlage 3 Stromkosten und Stromverbrauch von Aufzügen

1 Einleitung

Unter Allgemeinstrom wird der für die gemeinschaftliche Nutzung eines Gebäudes benötigte elektrische Strom verstanden, wenn ein Gebäude von mehreren Mietern oder Wohnungseigentümern genutzt wird. Eine typische Allgemeinstromanwendung ist die Treppenhausbeleuchtung.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird nur der Allgemeinstromverbrauch in Mehrfamilienhäusern betrachtet. Hier wiederum wird hier nur der Strom betrachtet, der nicht zur Heizung und Warmwasserbereitung dient. Der Grund für den Ausschluss des Betriebsstroms für Heizung und Warmwasser besteht darin, dass dieser Bereich bereits detailliert untersucht wurde und sowohl in die Berechnung des Energiebedarfs von Neubauten und umfangreichen Modernisierungen eingehen muss als auch bei der Erstellung von Energieausweisen zu berücksichtigen ist.

<table>
<tr><th colspan="3">Stromverbrauch in einem Mehrfamilienhaus</th></tr>
<tr><td colspan="2">Allgemeinstrom
für Nutzung der gemeinsamen Infrastruktur
Lieferung vom Energieversorger an Gebäudeeigentümer; Abrechnung über Allgemeinstromzähler mit dem Hauseigentümer
Verbrauch ist vom einzelnen Nutzer kaum beeinflussbar</td><td>Haushaltsstrom
für die individuelle Nutzung in der Wohnung
Lieferung vom Energieversorger an Mieter; Abrechnung über Wohnungs-Stromzähler mit dem Mieter
Verbrauch ist vom einzelnen Nutzer beeinflussbar</td></tr>
<tr><td>Treppenhauslicht usw.:
Umlegung der Kosten oft in Nebenkostenabrechnung vom Vermieter auf Mieter</td><td>Strom für Heizung und Warmwasser:
Die Kosten für Strom als Hilfsenergie für den Betrieb gebäudezentraler Heizungs-, Warmwasser- und Lüftungsanlagen werden vom Vermieter meist als „Betriebsstrom“ im Rahmen der Heizkostenabrechnung verteilt und sind nicht im links genannten „Allgemeinstrom“ enthalten</td><td>Strom für Beleuchtung in der Wohnung, Kühlen, Kochen, PC usw., ggf. elektrische Warmwasserbereitung

Besonderheit: Bei wohnungsweisen Heiz-, Warmwasser- und Lüftungssystemen wird sowohl der Strom für Heizungs, Warmwasser u. Lüftungstechnik über Wohnungs-Stromzähler abgerechnet</td></tr>
<tr><td>Dieser Allgemeinstrom wird bisher im Energieausweis nicht berücksichtigt</td><td>Betriebsstrom für gebäudezentrale Heizungs-, Warmwasser- und Lüftungsanlagen wird quantiatativ nur im Energiebedarfsausweis berücksichtigt, nicht im Verbrauchsausweis</td><td>Haushaltsstrom wird im Energieausweis nicht berücksichtigt.
Der Stromverbrauch für wohnungsweise Heiz-, Warmwasser- und Lüftungssysteme ist im Energieverbrauchsausweis quantitativ nicht berücksichtigt</td></tr>
</table>

Abbildung 1 Unterscheidung Allgemeinstrom - Haushaltsstrom

Die Kosten des Allgemeinstromverbrauchs werden typischerweise vom Hauseigentümer bzw. der Hausverwaltung auf die Mieter und Wohnungseigentümer umgelegt. Als Verteilungsmaßstab dient dabei in der Regel der Flächenanteil der Wohnung des einzelnen Mieters an der Gesamtfläche des Objekts. Auch wenn der Allgemeinstromverbrauch für einen einzelnen Mieter oder ein Einzelgebäude als kleiner Posten erscheint: Bei der

Summe von ca. 3 Millionen Mehrfamilienhäusern in Deutschland verursacht der Allgemeinstromverbrauch einen erheblicher Energiebedarf mit einer erheblichen CO_2-Emission.

Bisher werden kaum Anforderungen an energieeffiziente Allgemeinstromanwendungen gestellt - mit Ausnahme von Heizungsumwälzpumpen. An andere Allgemeinstromverbraucher wie z.B. die Treppenhausbeleuchtung und Aufzüge werden bisher keine Effizienzanforderungen gestellt. Der Trend bei Neubau und Modernisierung von Gebäuden geht in Richtung „mehr Komfort“; damit ist zumeist noch ein Anstieg des Stromverbrauchs verbunden.

Durch die Umlagefähigkeit des Allgemeinstroms besteht das bekannte Nutzer-Investor-Dilemma: Werden Investitionen in eine effizientere Anlagentechnik vorgenommen, so trägt sie der Eigentümer; es profitieren jedoch die Nutzer. Allerdings gibt es bei Modernisierungen die Möglichkeit der Umlage (Mieterhöhung).

Das Ziel der Forschungsarbeit bestand darin, wissenschaftlich gesicherte Informationen zu technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Senkung des Allgemeinstromverbrauchs und damit der Miet-Nebenkosten zu liefern – sowohl für den Gebäudebestand als auch für den Neubau. Zu beachten ist, dass eine innovative Allgemeinstrom-Technik auch die Wartungs- und Instandsetzungskosten senken kann und nicht nur die Stromverbrauchskosten reduziert.

Die Informationen sollen einerseits Hauseigentümern dazu dienen, bei Modernisierungs- und Neubauvorhaben innovative Technik einzusetzen. Ferner dient das Forschungsvorhaben dazu, dem Bund, Ländern und fördernden Institutionen Anregungen für die künftige Ausgestaltung von Verordnungen und Programmen zur Förderung der Energieeffizienz zu geben. Dies kann z.B. in der Weiterentwicklung Technischer Wohnungsbaubestimmungen der Bundesländer bestehen, in der Weiterentwicklung der Energieeinsparverordnung des Bundes und von KfW-Programmen. Möglich ist auch eine Aufnahme des Allgemeinstrombedarfs eines Gebäudes in die Primärenergieanforderung der EnEV und in den Energieausweis für Gebäude.

Aufgaben

Folgende Fragen wurden für den Mehrfamilienhausbereich (Neubau und Bestand) untersucht:

1. Was sind typische Allgemeinstromverbrauchs- und Kostenkennwerte (z.B. kWh/m²; kWh/Wohnung, €/m²)?
2. Welche Geräte, Anlagen und Anwendungen verursachen den Allgemeinstromverbrauch?
3. Welches technische und welches wirtschaftliche Potenzial besteht zur Verbrauchsminimierung?
4. Welche Optionen haben der Gesetzgeber bzw. fördernde Institutionen?

Methodik

Die Methoden der Forschungsarbeit bestanden in

- einer Literatur- und Internetrecherche,
- Analyse von Herstellerinformationen,
- Experteninterviews,

- Messungen in Wohngebäuden,
- der Analyse von Sekundärdaten und Tertiärdaten (Betriebskostenabrechnungen; Mietspiegeln),
- der wissenschaftlichen Auswertung.

Die Messungen in Wohngebäuden wurden durch den Diplomanden Lars Bröhan in Zusammenarbeit mit Auszubildenden der EWE AG sowie den Hauseigentümern und anderen Mitarbeitern der EWE AG und der EWE Netz GmbH vor Ort durchgeführt. Bei den Messungen von elektrischer Arbeit wurden meist Stromkreiszähler eingebaut, in wenigen Fällen wurden so genannte Steckermessgeräte verwendet. Die elektrische Leistungsaufnahme wurde dort, wo es örtlich, technisch und sicherheitstechnisch möglich war, mit einem Leistungsmessgerät gemessen durchgeführt.

State of the Art

Eine gezielte Literaturrecherche durch das Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau brachte keine wissenschaftliche Literatur zum Allgemeinstromverbrauch zu Tage.

Eigene Recherchen ergaben, dass es Informationen in vier Bereichen gibt:

- in Mietspiegeln und Pressemitteilungen von wohnungswirtschaftlichen Verbänden wird über die Höhe des Allgemeinstromverbrauchs und deren Kosten berichtet (jedoch nicht zu den verursachenden Anlagen und Geräten),
- in energiepolitischer Literatur werden vereinzelt einzelne Geräte, die dem Allgemeinstromverbrauch zuzurechnen sind, behandelt, z.B. in [Cremer et al. 2003] und [Böde et al. 2000],
- Herstellerinformationen,
- vereinzelt wissenschaftlich – technische Literatur.

[Cremer et al. 2003] und [Böde et al. 2000] beschäftigten sich mit Anwendungen elektrischen Stroms in privaten Haushalten. In erster Linie geht es dort um Weiße-Ware-Geräte sowie um Kommunikationstechnik. Bei der Kommunikationstechnik zeigt sich, dass diese so schnelllebig ist, dass einige der 2000 bzw. 2003 untersuchten Systeme heute veraltet und an ihre Stelle andere getreten sind. Das gilt z.B. für ISDN, das zunehmend durch DSL ersetzt wurde.

[Böde et al. 2000] betrachtet von den Allgemeinstromverbrauchern lediglich Antennenverstärker und Klingelanlagen. In [Cremer et al. 2003] wurden von den „Allgemeinstromverbrauchern“ Antennenverstärker, Türsprechanlagen, einige Zusatzgeräte für den TV-Empfang sowie die Telefonie betrachtet.

Über den Strombedarf der typischen Allgemeinstromanwendungen wird von unabhängiger Seite kaum berichtet. So führen weder die Gemeinschaft Energielabel Deutschland eine Produktkategorie oder Produkte aus diesem Segment (vgl. www.energielabel.de), noch „Label-Online“ der Verbraucherinitiative.

Die vorliegende Arbeit hat daher weitgehend Pioniercharakter. Angesichts der Fülle von Anwendungen von Allgemeinstrom und der großen Zahl von technischen Varianten sowohl im Gebäudebestand wie auch bei Modernisierungsmöglichkeiten und Neubauten kann diese Forschungsarbeit zunächst nur ein Schlaglicht werfen.

Danksagung

Die Forschungsarbeit wurde vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung sowie der EWE Stiftung gefördert. Beiden Förderern sei auch an dieser Stelle noch einmal ein herzlicher Dank für die Förderung ausgesprochen! Besonderer Dank gilt den Mitgliedern des begleitenden Arbeitskreises, insbesondere Frau Vogler vom GdW und Herrn Klüser von der EWE AG, die durch ihre Anregungen die Arbeit deutlich befruchtet haben.

2 Typische Allgemeinstromverbrauchskennwerte

2.1 Übersicht zum Allgemeinstromverbrauch und -kosten

Unsere Recherche ergab, dass einige wohnungswirtschaftliche Organisationen Angaben zu den durchschnittlichen Kosten für Allgemeinstrom machen. Die Angaben beziehen sich i.d.R. auf die Einheit „€ pro m² und Monat“. Die Tabelle 1 zeigt aktuelle Kennwerte, die zur Orientierung dienen. Zu beachten ist, dass diesen Zahlen keine systematisch gleiche Abgrenzung zu Grunde liegt, welcher Stromverbrauch in „Allgemeinstrom“ enthalten ist und welcher in anderen Positionen wie „Aufzugskosten“, „Heizung“ und „Kabel-TV“ enthalten ist. Es ist zu erwarten, dass zumindest der Stromverbrauch an Hilfsenergie für die Beheizung der Wohnungen in den Werten der Tabelle 1 überwiegend nicht enthalten ist.[1]

	Bundesverband deutscher Wohnungsunternehmen (GdW)	**Deutscher Mieterbund**	**Mieterschutzbund Berlin**	**Mieterverein Hamburg**
durchschnittliche Kosten des Allgemeinstroms (ohne Betriebsstrom Heizung, WW; z.T. ohne Strom f. Aufzüge)	0,03 € pro m² und Monat	0,04 € pro m² und Monat	0,03 € pro m² und Monat	0,04 € pro m² und Monat
Betreffend	2005. 1.038.641 Wohnungen	2006. 17.000 Wohnungen	2005 2.000 Wohngebäude	2006. k.A.
Quelle	[GdW 2007]	[DMB 2007]	[MBB 2007]	[MHH 2007]

Tabelle 1 Kosten des Allgemeinstromverbrauchs pro m² und Monat

Neben den in Tabelle 1 genannten Zahlen, die für Deutschland bzw. die Großstädte Berlin und Hamburg gelten, gibt es vor allem in regionalen Mietspiegeln weitere Angaben zu den Kosten des Allgemeinstroms. Darin werden folgende Angaben gemacht:[2]

- Frankfurt: „Hausbeleuchtung“ 0,03 €/(m²*Monat). Datenbasis: k.A. [Frankfurt 2006]
- München: „Hausbeleuchtung“ 0,06 €/(m²*Monat). Datenbasis: 2006 [München 2007]
- Dortmund: „Allgemeinstrom“ 0,03 €/(m²*Monat). Datenbasis: k.A [Dortmund 2008]
- Bayreuth: „Strom allgemein“: 0,14 €/(m²*Monat). Datenbasis: 2004/05 [Bayreuth 2006][3]

---

1 Der Betriebsstromverbrauch für die gebäudezentrale Heizung und Warmwasserbereitung wird nach der Heizkostenverordnung entsprechend des Anteils des einzelnen Mieters abgerechnet. Bei Wohnungszentralheizungen (z.B. Gasetagenheizungen) wird der Stromverbrauch über den Stromzähler der Wohnung erfasst

2 Wir haben eine Internetrecherche bezüglich der Mietspiegel von ca. 200 Städten vorgenommen. Leider sind nur wenige öffentlich bzw. ohne Schutzgebühr erhältlich.

- Bonn: „Allgemeinstrom“: 0,05 €/(m²*Monat). Datenbasis: k.A. [Bonn 2007]
- Bottrop: „Allgemeinstrom“: 0,01 €/(m²*Monat). Datenbasis: k.A. [Bottrop 2005]
- Darmstadt: „Hausbeleuchtung“: 0,03 €/(m²*Monat). Datenbasis: 2007. [Darmstadt 2008][4]
- Kiel: „Hausbeleuchtung bzw. Strom allgemein“: 0,04 €/(m²*Monat). Datenbasis: 2006. [Kiel 2006]
- Hamburg: Wohnungsunternehmen SAGA und GWG: 6 Mio. €/a, 33 Mio. kWh/a für 135.000 Wohnungen = 44,44 €/(WE*a) und 244 kWh/(WE*a). Datenbasis: 2005. [SAGA 2008]

In Tabelle 2 wird auf Basis der in Tabelle 1 genannten Zahlen und weiterer in den Quellen genannten Angaben abgeschätzt, welche Kosten und welcher Stromverbrauch als Allgemeinstromverbrauch gewertet werden müsste, wenn man auch den Stromverbrauch für Aufzüge, TV-Empfang und Heizung berücksichtigte. Der Verbrauch und die Kosten sind durch die Infrastruktur des Gebäudes bedingt. Der Mieter hat keinen oder nur einen marginalen Einfluss auf Verbrauch und Kosten. Für eine Wohnung in einem Mehrfamilienhaus errechnet sich nach [GdW 2007, S. 149] eine durchschnittliche Wohnfläche von 66,6 m².

[3] Minimum: 0,01 €/(m²*Monat), Maximum: 1,26 €/(m²*Monat). Datenbasis: 1.828 WE, 4 Hausverwaltungen

[4] Zusätzliche Angaben: „Gemeinschaftsantenne“ 3,41 € (nach der Systematik: pro Monat) sowie Satellitenschüssel 4,80 € (nach der Systematik: pro Monat). Diese TV-Kosten werden aber andere Dinge beinhalten als nur Stromkosten.

	Basis: **Bundesverband deutscher Wohnungsunternehmen (GdW)**	**Basis:** **Deutscher Mieterbund**	**Basis:** **Mieterschutzbund Berlin**	**Basis** **Mieterverein Hamburg**
betreffend Zeitraum	2005	2006	2005	2006
Basis Allgemeinstromkosten €/(m²*Monat) (vermutlich ohne Strom f. Hzg, WW, Aufzüge, TV)	0,03	0,04	0,03	0,04
zusätzlich: **Betriebsstrom-Anteil aus Heizkosten** €/(m²*Monat)	k.A. angesetzt durch Autor: 3 % von 0,75 Wärmekosten = 0,0225	k.A. angesetzt durch Autor: 3 % von 0,85 Heizkosten = 0,0255	k.A. angesetzt durch Autor: 3 % von 0,56 Heizkosten = 0,0168	k.A. angesetzt durch Autor: 3 % von 0,93 Heizkosten = 0,028
zusätzlich: **Betriebsstrom-Anteil aus Warmwasserkosten** €/(m²*Monat)	k.A. kein Ansatz, da in Wärmekosten enthalten	k.A. angesetzt durch Autor: 3 % von 0,22 Warmwasserkosten = 0,0066	k.A. angesetzt durch Autor: 3 % von 0,24 Warmwasserkosten = 0,0072	k.A. angesetzt durch Autor: 3 % von 0,22 Warmwasserkosten = 0,007
zusätzlich: Betriebsstrom-Anteil aus Aufzugskosten (wo Aufzug vorhanden) €/(m²*Monat)	k.A. (gesamte Aufzugskosten, Mittelwert = 0,14)	k.A. (gesamte Aufzugskosten = 0,16)	k.A. (gesamte Aufzugskosten, Mittelwert 0,13	k.A. (gesamte Aufzugskosten, Mittelwert 0,19)
zusätzlich: Betriebsstromanteil aus Antenne / Kabel €/(m²*Monat)	k.A. (gesamte Antenne / Kabel-Kosten = 0,10)	k.A. (gesamte Antenne / Kabel-Kosten = 0,10)	k.A. (gesamte Antenne Kabel-Kosten = 0,07)	k.A. (gesamte Antenne / Kabel-Kosten = 0,11)
Summe Allgemeinstromkosten €/(m²*Monat)	**≥ 0,052**	**≥ 0,0721**	**≥ 0,054**	**≥ 0,075**
durchschnittliche Allgemeinstromkosten pro Jahr für eine 67 m²-Wohnung.	≥ 41,80 €	≥ 57,96 €	≥ 43,42 €	≥ 60,30 €
durchschnittlicher Allgemeinstromverbrauch in kWh/a für eine 67 m²-Wohnung inkl. Betriebsstrom Hzg.+ WW, Aufzug, …	≥ 246 kWh/a bei 0,17 €/kWh (2005)	≥ 322 kWh/a bei 0,18 €/kWh (2006)	≥ 255 kWh/a bei 0,17 €/kWh (2005)	≥ 335 kWh/a bei 0,18 €/kWh (2006)

Tabelle 2 Abschätzung von Allgemeinstromkosten und –verbrauch

Überschlägig können für 2008 angesetzt werden

- ein Allgemeinstromverbrauch von 250 - 335 kWh pro Jahr und Wohnung (inkl. Hilfsenergie für Heizung und Warmwasserbereitung),
- Kosten für Allgemeinstrom von 50 - 67 € pro Jahr und Wohnung (Preise 2008).

Diese Angaben liegen deutlich niedriger als die von [Bush, Gasser, Nipkow 2007] für die Schweiz: Dort wird von 500 kWh/a pro Haushalt gesprochen.

In Deutschland gibt es im Jahre 2008 ca. 20,8 Mio. Wohnungen in Gebäuden mit 3 und mehr Wohnungen [GdW 2007].[5] Somit ist für Deutschland im Jahre 2008 von einem Allgemeinstromverbrauch in Gebäuden mit 3 und mehr Wohnungen von ca. 5,2 bis 7,0 TWh auszugehen. Zum Vergleich: Der gesamte Stromverbrauch in Deutschland betrug 2007 ca. 529,3 TWh. [BMWT 2008] Der Allgemeinstromverbrauch beträgt also etwa 1 bis 1,3 % des gesamten Stromverbrauchs.

Bei der derzeitigen Stromerzeugungsinfrastruktur ist damit eine CO_{2e}-Emission von ca. 2,8 bis 4,7 Mio. Tonnen verbunden. Zum Vergleich: Das international für Deutschland festgelegte Emissionsbudget für sechs Treibhausgase beträgt (umgerechnet auf CO_2) ca. 950 Mio. Tonnen pro Jahr.

Die Ausgaben der Nutzer von Wohnungen in Gebäuden mit 3 und mehr Wohnungen für Allgemeinstrom betragen zurzeit ca. 1 bis 1,5 Mrd. € pro Jahr (bei 0,20 €/kWh).

Aus den Angaben ergibt sich ferner, dass der durchschnittliche Allgemeinstromverbrauch in Mehrfamilienhäusern 2005 und 2006 bei etwa 3 bis 5 kWh/(m²Wohnfläche*a) liegt.

[5] dort S. 149. 20,683 Mio. (2005) hochrechnet auf 2008.

3 Verursacher des Allgemeinstromverbrauchs

Die Tabelle 3 nennt Anlagen und Anwendungen, die den Allgemeinstromverbrauch verursachen.

Kommunikation und Unterhaltung	
• Klingel-Türöffnungs-Anlage (ohne / mit Sprechfunktion, ohne /mit Namensschildbeleuchtung, ohne/mit Videofunktion) • Radio/TV: Kabel-TV (gemeinschaftl. Komponenten) • Radio/TV: Sat-TV (gemeinschaftl. Komponenten)	• Radio/TV: Analoger bzw. digitaler terrestrischer Empfang (gemeinsch. Komponenten) • Videoüberwachung (Eingang, Tiefgarage) • Alarmanlage / Einbruchsmeldeanlage • Feuermeldeanlage • Rauchmelder
Beleuchtung	
• Treppenhaus • Kellerflur • Dachboden • Trockenraum • Heizraum • Waschmaschinenraum • Fahrradabstellraum • Beleuchtung anderer Gemeinschaftsräume • Müll / Wertstoffsammelraum(Keller, innen)	• Außenbeleuchtung (Eingang, Haus-Nr.) • Außenbeleuchtung (Wege, Stellplätze) • Außenbeleuchtung (Fassadenanstrahlung) • Laubengang • Tiefgarage • Notausgänge/Fluchtwegschilder • Durchgänge/Duchfahrten • Müll / Wertstoffsammelplatz (außen)
Weitere Haustechnik	
• Aufzug • Druckerhöhungsanlagen • Fundament- bzw. Drainagepumpen • Gemeinschaftswaschmaschinen, -trockner • motorische Antriebe zum Öffnen von Lichtkuppeln und Fenstern • Concierge-Loge (komplett) • Tiefgaragen-Torantrieb • Tiefgaragen-Ampel • Tiefgaragen-Rampenheizung • Autoaufzug / Auto-Parksystem • Abwasser-Hebeanlage • Außenheizung: Dachrinnenenteisung • Außenheizung: Dachenteisung	• Außenheizung: Wege, Tiefgaragenrampen • Außenheizung: Außentreppen • RWA (Rauch- und Wärmeabzugsanlagen) • Wasserfilterung, Wasseraufbereitung • Hallenbad • Sauna • Steuerungen und motorische Antriebe für Außenjalousien und Rolltore • schaltbare Sonnenschutzgläser • Rolltreppe (innen, außen) • Lüftungsventilator im Wäschetrockenraum • Tiefgaragen-Entlüftung • Entlüftung (z.B. von Kellern mit Radon-Belastung)
Heizung und Warmwasser	
• Heizöltank-Lecküberwachung • Speicherladepumpe(n) Warmwasserspeicher • Heizöl -Förderpumpe • Ladepumpe(n) Pufferspeicher Heizung • Brenner • Holzpellets-Lager-Entlüftung	• Förderung von Holzpellets-/ Hackschnitzel • Umwälzpumpe(n) Heizung • Fernüberwachung (Modem) • Zirkulationspumpe(n) Warmwasser • Regelung(en)

Tabelle 3 Allgemeinstrom: Anlagen und Anwendungen

Die Tabelle 3 ist nicht abschließend, es kann noch andere Anlagen etc. geben.

Bei elektrischen Anlagen sind folgende Betriebszustände zu unterscheiden, vgl. [BMWA 2005, S. 2]:

- Normalbetrieb (= Gerät erfüllt seine Hauptfunktion)
- Bereitschaftsbetrieb (Gerät erfüllt wenigstens eine Funktion, aber nicht die Hauptfunktion; Gerät wartet auf eine Aufgabe)
- Schein-Aus-Betrieb (Gerät erfüllt keine Funktion, scheint ausgeschaltet (Off-Mode), verbraucht aber noch Energie)
- Aus-Zustand. (Gerät erfüllt keine Funktion und verbraucht keine Energie).

In der Anlage 1 werden die Stromaufnahme (Leistung in W bzw kW) und der Stromverbrauch (Arbeit in kWh/a) von in der Literatur beschriebenen Allgemeinstromanlagen und –anwendungen aufgeführt. Dabei wird nach den oben genannten Betriebszuständen differenziert. Diese Liste ist kurz, denn bisher wurde der Bereich der Allgemeinstromanwendungen kaum betrachtet.

4 Detaillierte Betrachtung ausgewählter Allgemeinstromverbrauch-Anwendungen

4.1 Beleuchtung

Wurde Licht einst hauptsächlich zur Bewältigung von Sehaufgaben eingesetzt, sind heute zusätzliche Aspekte wie Sicherheit, Komfort und Ambiente im Fokus der Lichtgestaltung. Zur Optimierung der Energieeffizienz der Beleuchtung muss nun der Bogen zwischen Funktionalität, Ästhetik und Sicherheit gespannt werden.

Bei Mehrfamilienhäusern wird Strom für die Beleuchtung gemeinschaftlicher Nutzungen benötigt. Der Stromverbrauch für diese Beleuchtung ist von mehreren Randbedingungen, dem „Beleuchtungssystem“, abhängig. Dazu gehören der Raum, die Nutzung, das zur Verfügung stehende Tageslicht, die Helligkeit der Oberflächen, die technischen Komponenten, die Nutzer und das Lichtmanagementkonzept. Innerhalb der technischen Komponenten werden u.a. die Leuchte, ihre Bauform, die Fassung, die Lampen und evtl. benötigte Betriebsgeräte (Trafos, Vorschaltgeräte etc.) unterschieden.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über Funktionsweisen, Komponenten, Einsatz-, Modernisierungs- und Einsparmöglichkeiten von Beleuchtungssystemen.

4.1.1 Raum, Leuchte, Leuchtmittel, Betriebsgeräte, Schaltprinzipien, Kosten

4.1.1.1 Raum

Der Raum und dessen Nutzung haben auf das jeweilige Beleuchtungssystem erheblichen Einfluss. Der geschickte Einbezug von Tageslicht sollte möglichst lange die Benutzung von künstlicher Beleuchtung hinauszögern. Die Oberflächen des Raumes spielen dabei eine ebenso wesentliche Rolle. Je heller Wände, Decken und Böden, um so weniger muss die künstliche Beleuchtung in Anspruch genommen werden.

Die Nutzung des Raumes ist ebenfalls entscheidend. In gemeinschaftlichen Hobbyräumen/Werkstätten, in denen z.B. Staub anfallen würde, verschmutzt die Beleuchtung schnell und sollte regelmäßig gereinigt werden, um die notwendige Beleuchtungsqualität sicher zu stellen.

4.1.1.2 Leuchte

Die Bauart der Leuchte kann z.B. durch eine besonders gute Lichtlenkung die Beleuchtung optimieren. Interessant ist dabei der Leuchtenbetriebswirkungsgrad, der das Verhältnis zwischen dem aus der Leuchte austretenden Lichtstrom[6] und dem Lichtstrom des Leuchtmittels wiedergibt. Der Betriebswirkungsgrad der Leuchte kann durch lichttechnische Bauelemente, wie hochglänzende Spiegelreflektoren in computeroptimierter Form, erhöht werden. Der entstehende Energiebedarf wird somit im Vergleich zu konventionellen Bauarten gesenkt. [Hessen 2005]

[6] Lichtleistung einer Lampe gemessen in Lumen (lm)

4.1.1.3 Leuchtmittel

Die Wahl des Leuchtmittels hat einen wesentlichen Einfluss auf die Energieeffizienz der Beleuchtung: Je größer das Verhältnis von Lichtstrom (lm) zur elektrischen Leistungsaufnahme (W) ist, umso effizienter ist das Leuchtmittel. Dieses Verhältnis (lm/W) wird Lichtausbeute genannt. Von Bedeutung ist auch, dass das Leuchtmittel eine möglichst hohe Lebensdauer[7] besitzt, damit sowohl die Kosten für die Anschaffung als auch für den Wartungsaufwand (Austausch) reduziert werden. In Bereichen, in denen die Beleuchtung häufig an und aus geschaltet wird, ist ferner eine hohe Schaltfestigkeit sowie das schnelle Erreichen der vollen Helligkeit wichtig.

Temperaturstrahler		LED		Gasentladungslampen	
Glühlampe	Halogenspot	LED-Module	Hochleistungs-LED	Energiespar-lampe	Leuchtstofflam-pe
[Quelle: Osram 2008]		[Quelle: FGL 2008]		[Quelle: Osram 2008]	

Abbildung 2 Leuchtmittelbeispiele

Glühlampen

Glühlampen wandeln nur ca. 5 % der aufgenommenen Energie in Licht um; die restlichen 95 % der Energie gehen als Wärme verloren. [Pistohl 2007 a]. Eine Verwendung anderer Lampen mit höherer Effizienz ist daher dringend empfohlen. Mehr noch: Durch einen Beschluss der Europäischen Kommission soll der Verkauf von besonders energieintensiven Lampen für Haushalte bis 2016 verboten werden. Die Tabelle 4 gibt einen Überblick über das Stufenmodell der EU-Richtlinie.

Datum	Lampen, die nicht mehr Verkauft werden dürfen
1 September 2009	• Mattierte Lampen (außer der Energieklasse A) • Klare Glühlampen mit mehr als 80 W
1 September 2010	• Klare Glühlampen mit mehr als 65 W
1 September 2011	• Klare Glühlampen mit mehr als 45 W
1 September 2012	• Klare Glühlampen mit mehr als 7 W
1 September 2013	• Erhöhung der Qualitätsanforderungen
1 September 2016	• Lampen der Energieklasse C

Tabelle 4 Änderungen durch EU-Richtlinie
[Quelle: Osram 2008 a]

Als Alternative zu Glühlampen stehen energiesparendere Halogen- und Kompaktleuchtstofflampen zur Verfügung, die mit geringerer Leistungsaufnahme und damit Strom-

[7] Als Lebensdauer wird die mittlere Lebensdauer (MLD) bezeichnet, d.h. die Brenndauer, bei der noch 50 % aller Lampen funktionstüchtig sind

verbrauch annähernd die gleiche Lichtleistung erreichen, vgl. Tabelle 5.

herkömmliche Glühlampe	Halogenlampe (klar)	Kompaktleuchtstofflampe (matt)
25 W	18 W	5 W
30 W/40 W	28 W	7 W
60 W	42 W	11 W
75 W	52 W	15W
100 W	70W	20 W
150 W	105 W	30 W

Tabelle 5 **Vergleichbare Leuchtmittel**
[Quelle: Osram 2008 a]

Halogenlampen

Konventionelle Halogenlampen
Konventionelle Halogenlampen sind entweder als Hochvolt- (230 V) oder als Niedervolthalogenlampen (12V) erhältlich. Sie sind nur wenig energiesparender als Glühlampen und sollten nur eingesetzt werden, wenn Energiesparlampen nicht möglich bzw. absolut unerwünscht sind. Dort, wo Halogenlampen jedoch zum Einsatz kommen (punktuelle Ergänzung zur Allgemeinbeleuchtung, Akzentbeleuchtung, Beleuchtung von Bildern…) sollten konventionelle Halogenlampen gegen energieeffizientere Produkte mit IRC- oder Xenon-Technologie getauscht werden.

Halogenlampen mit IRC-Technologie (Infra-Red-Coating)
Niedervolt-Halogenlampen sind auch in einer energieeffizienten infrarotbeschichteten Ausführung erhältlich. Eine Infrarot-Beschichtung auf der Kolbeninnenseite reflektiert die von der Glühwendel abgegebene Wärmestrahlung zurück auf die Wendel. Hierdurch wird ca 30 % weniger Energie benötigt, um die Wendel auf Betriebstemperatur zu halten als bei Standard-Halogenlampen. [dena 2008]

Xenon-Technologie
Durch die Verwendung des Füllgases Xenon bei Hochvolt-Halogenlampen wird das Abdampfen der Wolframatome von der Wendel verlangsamt. Außerdem wird durch die geringere Wärmeleitfähigkeit des Xenons der Wärmeverlust der Wolfram-Wendel verringert. Deshalb benötigen diese Lampen bei gleichem Lichtstrom weniger Energie, als die bisherigen Hochvolt-Halogenlampen. [Radium 2008]

LED-Technik

LEDs (Light Emitting Diodes) gelten als die Zukunft der Beleuchtungstechnik. Ein LED besteht aus einem Halbleiterchip, kaum sichtbaren Anschlussdrähten und einem Kunststoffgehäuse. LEDs zeichnen sich durch ihre geringe Größe, eine lange Lebensdauer[8] und niedrige Ausfallraten aus. Somit sind sie flexibel einsetzbar, zuverlässig im Betrieb und reduzieren den Wartungsaufwand auf ein Minimum. Durch das Fehlen von IR- und UV-Strahlung sind sie bereits eine gute Alternative zum Beleuchten von Bildern und Kunstwerken, da sie weder eine Wärmeentwicklung, noch Farbveränderungen hervorrufen. Für die Verwendung in der Anzeigen, Effekt-, Akzent- oder Orientierungsbeleuchtung

[8] 50.000 h bei Raumtemperatur. Zu hohe Betriebs- bzw. Umgebungstemperaturen vermindern die Lebensdauer. Wärme muss über Leiterplatte oder zusätzliche Kühlköper zuverlässig abgeleitet werden. [FGL 2008a]

sind sie bereits hervorragend geeignet. Der Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung ist durch die hohe Zahl der dafür benötigten LEDs, dem damit verbundenen hohen Schaltungsaufwand und Preis, noch nicht wirtschaftlich [LED-Info 2008] [test 2008 c] [test 2009 a]. Auch ein von [test 2008 d] getestetes Produkt von Lunartec zeigt, dass die LED Technik bisher noch nicht als Alternative für Allgemeinbeleuchtungen dienen kann. Das Produkt aus 90 LED-Lampen erzeugt laut Test vergleichsweise wenig und qualitativ schlechtes Licht (vergleichbar mit 22 W Glühlampe). Die bisher rasante Entwicklung lässt in naher Zukunft aber Lichtausbeuten erwarten, die mit Kompaktleuchtstofflampen vergleichbar sind.

Energiesparlampen

Eine Energiesparlampe ist eine kompakte Leuchtstofflampe (Kompaktleuchtstofflampe) mit integriertem Vorschaltgerät. Sie dient als Ersatz von Glühlampen und wird als Energiesparlampe bezeichnet, da sie eine etwa fünf Mal höhere Lichtausbeute (bis 90 lm/W) und eine wesentlich längere Lebensdauer (ohne Vorheizfunktion: 5.000 Betriebsstunden; mit Vorheizfunktion: 10.000 Betriebsstunden) hat als eine Standardglühlampe. [dena 2008] Um einen der Glühlampe ähnlichen Lichteindruck zu erreichen, sollte beim Kauf auf einen warmen Lichtfarbton geachtet werden z.B. warmweiß.

Bei der Anschaffung von energieeffizienten Leuchtmitteln sollte auf Qualitätsprodukte geachtet werden. Diese sind meist teurer, amortisieren sich aber aufgrund längerer Lebensdauer und geringerem Stromverbrauch über die geringeren Energie- und Wartungskosten. Nach Stiftung Warentest schneiden gerade Billigprodukte häufig bezüglich der Schaltfestigkeit nicht gut ab. [test 2008 b]

Leuchtstofflampen

Leuchtstofflampen sind Entladungslampen und zeichnen sich durch einen niedrigen Energieverbrauch und eine lange Lebensdauer auf. Sie werden in kompakter Form, Stab- oder Ringform angeboten. Zum Betrieb von Leuchtstofflampen werden Vorschaltgeräte benötigt. Nach der Zusammensetzung des Leuchtstoffes werden Leuchtstofflampen in Standardlampen und Dreibandenlampen unterschieden, deren Lichtausbeute 50 - 60 % höher ist als bei konventionellen Leuchtstofflampen. [Theiß 2000]

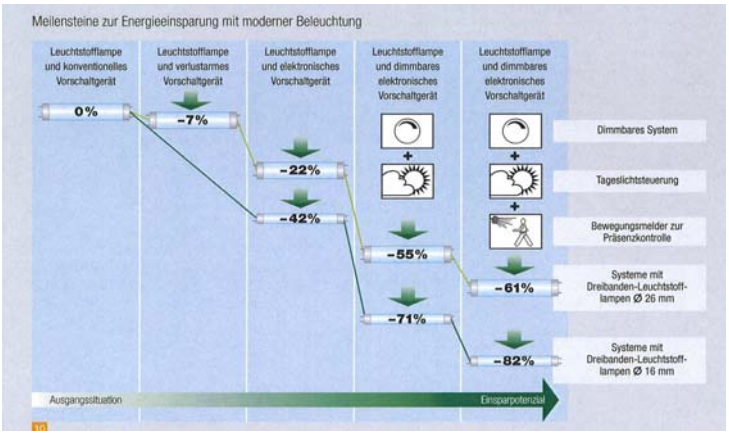


Abbildung 3 **Einsparung durch verbesserte Leuchtstofflampen, Vorschaltgeräte und Schaltprinzipien**
Quelle: [FGL 2008 c]

Zusammenstellung Leuchtmittel

Die Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die für den Allgemeinstrom wichtigsten Leuchtmittel, sortiert nach Effizienz.

Leuchtmittel im Vergleich						
		elektrische Leistung (W)	Lichtstrom (Lumen)	Lichtausbeute (lm/W)	mittlere Lebensdauer (h)	Gebrauch
Temperaturstrahler	Glühlampen (Standard)	15 - 200	90 - 3.150	5 - 16	1.000	Allgemeinbeleuchtung
	Hochvolt-Halogenlampen 230 V	60 - 250	280 - 4.350	5 - 17	2.000	Allgemeinbeleuchtung
	Xenon Halogenlampen 230V	33-400	460-9200	13 - 23	2.000	Allgemeinbeleuchtung, Akzentbeleuchtung, Bildbeleuchtung
	Niedervolt-Halogenlampen 12V	5 - 100	60 - 2.300	12 - 21	2.000	Allgemeinbeleuchtung, Akzentbeleuchtung, Bildbeleuchtung
	IRC Niedervolt-Halogenlampen 12V	25 - 65	500 - 1700	20 - 26	5.000	Allgemeinbeleuchtung, Akzentbeleuchtung, Bildbeleuchtung
LED	LED (weiß, 1 Stück)	0,7 - 1,5	ca. 20	30	50.000	Anzeigen, Effekt-, Akzent-, Orientierungsbeleuchtung
Gasentladungslampen	Energiesparlampen - Kompaktleuchtstofflampen mit integriertem EVG	5 - 23	100 - 1.500	33 - 65	10.000 -15.000	Allgemeinbeleuchtung
	Kompaktleuchtstofflampen ohne integriertes EVG	5 - 55	250 - 4.800	50 - 88	k.A.	gewerbliche Beleuchtung, Keller, Flure
	Halogen-Metalldampflampen	35 - 400	3.300 - 36.000	60 - 100	6.000	Anstrahlungen, Sportstätten, Industriehallen
	Induktionslampen	55 - 165	3.500 - 12.000	65 - 80	60.000	Innen- und Außenbeleuchtung mit schwierigem Zugang; Tunnel, Industriehallen, Staßenbeleuchtung
	Leuchtstofflampe	14 - 80	1.350 - 7.000	52 - 104	9.000 - 16.000	Allgemein-, Arbeits- gewerbliche Beleuchtung, Möbel-, Bildbeleuchtung
	Natriumdampf-Hochdrucklampen	35 - 600	1.300 - 90.000	39 - 150	8.000	Straßen, Trainingsbeleuchtung, Indurstriebeleuchtung, bes. Ausführungen auch für Akzent- und Verkaufsbeleuchtungen
	Natriumdampf-Niederdrucklampen (gelbes Licht)	18 - 180	1.770 - 32.5000	98 - 181	8.000	Häfen, Tunnel, Fußgängerüberwegen, Objektschutz, Überwachungskameras

Tabelle 6 **Übersicht zu Leuchtmitteln**
Quellen: [FGL 2008], [Pistohl 2007 a], [Radium 2008]

4.1.1.4 Betriebsgeräte

Vorschaltgeräte

Für den Betrieb von einigen Lampen (Leuchtstofflampen, Kompaktleuchtstofflampen, Halogen-Metalldampflampen, Natriumdampf-Hochdrucklampen) werden Vorschaltgeräte benötigt. Ein Starter/Zündgerät sorgt für die erforderliche Zündspannung zum Starten der Entladungslampe. Durch den Start steigt der Lampenstrom enorm an, was die Lampe selbst schnell zerstören würde. Das Vorschaltgerät hat hier die Aufgabe, die übermäßige Stromaufnahme zu begrenzen. Vorschaltgeräte können in der Lampe integriert oder separat verbaut sein. KVGs (konventionelle Vorschaltgeräte) und VVGs (verlustarme Vorschaltgeräte) sollten durch EVGs (elektronische Vorschaltgeräte) ersetzt werden, da sie die Leistungsaufnahme reduzieren. Bei einigen Leuchtstofflampen liegt die Systemleistung (Lampe+Vorschaltgerät) unter der Nennleistung der Lampe. D.h. eine 58 W Leuchtstofflampe hat in Kombination mit einem EVG nur eine Leistungsaufnahme von 50 W. Zusammen mit EVG (5 W) liegt die Leistung bei insgesamt 55 W. Die Reduzierung der Lam-

pen-Leistungsaufnahme liegt an der Funktionsweise des EVGs, welches die Netzfrequenz von 50 Hz auf 25-50 kHz umwandelt. [Theiß 2000]

Energie und Kosteneinsparung	• Geringere Verlustleistung • Geringere System-Leistungsaufnahme • Hohe Lichtausbeute • Geringere Wärmeentwicklung • Schonender Warmstart und Schaltfestigkeit der Lampe • Höhere Nutzlebensdauer der Lampe (30-50%) • Längere Lampenwechselintervalle • Wegfall von Starter und Kondensatoren • Eignung für Notbeleuchtung • Hohe Brandsicherheit durch Sicherheitsschaltung
Komfortgewinn	• Automatische Abschaltung defekter Lampen (kein Flackern) • Automatischer Neustart nach Lampenwechsel • Schneller, geräuschloser und flackerfreier Start • Konstantes, ruhiges Licht • Kein Elektrodenflimmern • Keine stroboskopischen Effekte • Dimm-Möglichkeiten (dimmbare EVGs) • Ansteuerbarkeit über BUS-Systeme

Tabelle 7 **Vorteile beim Betrieb mit Elektronischen Vorschaltgeräten (EVGs)**
Quelle: [FGL 1996]

Transformatoren

Niedervolt-Halogenlampen werden an Transformatoren betrieben, welche die Netzspannung von 230 V auf 12 V Niederspannung vermindern. Viele Transformatoren verursachen bei ausgeschalteter Beleuchtung sogenannte Leerlaufverluste. Hier ist darauf zu achten, dass der Transformator durch einen Ein-/Aus-Schalter ausgeschaltet wird.

4.1.1.5 Schaltprinzipien

Im Folgenden werden die wichtigsten Schaltprinzipien für Beleuchtungen aufgeführt, vgl. [Feller 2008]:

1. Individuelles Ein- und Ausschalten der Beleuchtung über Schalter

   Bei Betreten und Verlassen des Raumes wird die Beleuchtung individuell betätigt. Das setzt eine gewisse Disziplin der Nutzer voraus und bedeutet, dass sie sich über den Gebrauch der Beleuchtung einig sein müssen, sofern diese nicht ständig in Betrieb sein soll.

2. Zeitgesteuerte Beleuchtung über Lichtautomaten

   Nach Betätigung des Lichtschalters wird die Beleuchtung für eine definierte Zeit eingeschaltet, z.B. 90 Sekunden. Danach schaltet sich die Beleuchtung automatisch ab.

3. Bewegungsgesteuerte Beleuchtung über Bewegungsmelder

   Ein Bewegungsmelder registriert eine Bewegung und löst die Beleuchtung aus. Nach einer definierten bewegungslosen Zeit (0,5 - 20 min) wird die Beleuchtung beendet, z.B. nach 30 Sekunden ohne Bewegung.

4. Tageslichtgesteuerte Beleuchtung über Helligkeitssensoren

Ein Helligkeitssensor regelt die Beleuchtung sobald die Umgebungshelligkeit unter einen definierten Schwellenwert sinkt.

Zusatzfunktionen

Verlängerung (Retrigger): Das erneute Drücken des Schalters während der Beleuchtungszeit führt zu einem erneuten Start der Beleuchtung und verlängert die Beleuchtungsdauer somit vorzeitig.

Dauer-Ein-Schaltung (Service-Funktion): In manchen Fällen ist die Möglichkeit, die Beleuchtung trotz Zeitautomatik dauerhaft einzuschalten, sinnvoll, z.B. für Reparaturarbeiten. Dabei wird z.B. beim Drücken der Taste länger als 5 Sek. die Beleuchtung z.B. 1 Stunde eingeschaltet.

Öko-Aus: Das erneute Drücken des Schalters beendet die Beleuchtungszeit vorzeitig und unterstützt somit den Stromspareffekt. Die Öko-Aus-Funktion ist auch in Kombination mit einem Bewegungsmelder realisierbar: Das Drücken eines Schalters beendet die Beleuchtungszeit vorzeitig. Die Bewegungserfassung wird dann für eine definierte kurze Zeit unterdrückt (z.B. 5 Sek.).

Ausschalt-Vorwarnungs: Eine zusätzliche Regelung sorgt für eine zweite Beleuchtungsstufe. Nach Ablauf einer definierten Beleuchtungszeit geht das Licht nicht sofort aus, sondern wird für einen weiteren Zeitabschnitt (20 - 60 Sekunden) bis auf 50 % der Beleuchtungsstärke gedimmt und kündigt somit das baldige Erlöschen der Beleuchtung an.

Partielle Beleuchtung (Etagen- und Zonenverbund): Zur zusätzlichen Energieeinsparung ist der Verbund von Etagen- oder Flurzonen denkbar. Dabei werden nur die tatsächlich in einem Abschnitt benötigten Leuchten eingeschaltet. Die „bewegungslosen“ Etagen bzw. Zonen bleiben solange dunkel oder gedimmt (Grundbeleuchtung), bis Bewegung durch den Bewegungsmelder wahrgenommen wird.

Energieautarke Schalter

Energieautarke Schalter sind Schalter, bei denen die Reibungsenergie der Schalterbetätigung die notwendige Energie liefert, um per Funk einen Schaltvorgang auszulösen. Solche Schaltsysteme ermöglichen neue Freiheiten im Bestands- und Neubaubereich, weil Funkschalter ohne Verkabelung oder Batteriebetrieb auskommen und somit auf Verkabelungen verzichtet werden kann. Die Reichweite soll innerhalb von Gebäuden 30 m, im Außenbereich 300 m betragen. [Enocean 2008] Die Verwendung in Gemeinschaftszonen (Treppenhaus, Flure, …) ist möglich, aufgrund der fehlenden Orientierungsbeleuchtung direkt am Schalter (Glimmlampe) jedoch nicht in jedem Fall nicht empfehlenswert. Ein nachleuchtender Rahmen kann in diesem Fall bei Dunkelheit für einige Stunden (ca. 6-7 Std.) eine Alternative bieten. [PEHA 2007]

4.1.1.6 Kosten

Die Kosten für Beleuchtung setzen sich zusammen aus:

- den Investitionen für Erstanschaffung und Montage,
- den Betriebskosten (Stromverbrauch, z.T. bezogene Leistung, Instandhaltung: Kosten für das Auswechseln defekter Leuchtmittel),
- den Wartungs- und Anschaffungskosten für neue als Austausch für defekte Leuchtmittel.

Bei einer Vollkostenbetrachtung sind auf mittlere Sicht oft die anfänglichen Investitionsbeträge von untergeordneter Bedeutung. Deshalb sollte der Aufwand für Energie und Instandhaltung schon bei der Investitionsentscheidung berücksichtigt werden, damit sich eine auf den ersten Blick vermeintlich günstige Lösung nicht als langfristig unwirtschaftlich herausstellt.

4.1.2 Beleuchtung im Gebäude

4.1.2.1 Treppenhausbeleuchtung

Die Treppenhausbeleuchtung ist eine notwendige Grundlage für das sichere Erreichen der einzelnen Wohnungen. Einsparungen können nicht auf Kosten der Sicherheit erfolgen. Im Folgenden werden Einsparpotenziale und Möglichkeiten zur effizienteren Nutzung von Treppenhausbeleuchtungen dargelegt.

Anforderungen

Die [DIN EN 12464-1:2003] empfiehlt für Treppen eine Beleuchtungsstärke von mind. 150 lx.[9] Das sichere Erreichen der Wohnungen steht bei der Beleuchtung von Treppenhäusern im Vordergrund und soll durch abgeschirmte Leuchten mit breit strahlender Lichtverteilung vom Treppenabsatz her erreicht werden. Diese erzeugen im Gegensatz zu gerichtetem Licht durch Strahler oder Spots kurze weiche Schatten und sorgen dementsprechend für die gute Erkennbarkeit der Stufen. Für Gefahrenstellen wie z.B. einzelne Stufen auf ebener Strecke ist eine höhere Beleuchtungsstärke empfehlenswert und sorgt durch die besondere Betonung für mehr Aufmerksamkeit.

Zur Ergänzung der Allgemeinbeleuchtung kann eine Orientierungsbeleuchtung bei Treppen oder Fluren zu mehr Sicherheit verhelfen und auf etwaige Gefahrenstellen aufmerksam machen, siehe Abbildung 4.

Orientierungsbeleuchtung in der Wand	Orientierungsbeleuchtung in der Stufenkante	Orientierungsbeleuchtung im Handlauf

Abbildung 4 Zusätzliche Orientierungsbeleuchtung an Treppen
Quellen: [FGL 2008], [LEDsolutions 2008], [LIG 2008]

Für die Beleuchtungsdauer in Treppenhäusern gibt es keine Vorschriften. Es wird empfohlen, dass sich die Dauer nach dem langsamsten Bewohner des obersten Geschosses richtet. [FGL 2008 d]. Um die Verkehrssicherungspflicht nicht zu verletzten, sollte ein Mieter bzw. Besucher bei durchschnittlicher Gehgeschwindigkeit mindestens zwei Geschosse schaffen, ohne das Licht erneut schalten zu müssen. [OLG Koblenz]

[9] Lux: Einheit der Beleuchtungsstärke E (1 lx = 1 lm/m²)

Technische Beschreibung

Neben der Raumerscheinung sind für den Stromverbrauch und somit für den Anteil am Allgemeinstrom weitgehend die einzelnen Komponenten des Beleuchtungssystems und dessen Konzept des Lichtmanagements verantwortlich. Gibt es kein geregeltes Lichtsystem tragen die Nutzer des Treppenhauses und ihr Verhalten im Wesentlichen zum Stromverbrauch bei. Im Treppenhaus ist aufgrund der besonders häufigen und kurzweiligen Benutzung der Beleuchtung auf geeignetet Leuchtmittel zu achten. Für diese Zwecke gibt es besondere Energiesparlampen, die schnell die volle Helligkeit erreichen und eine hohe Schaltfestigkeit haben.

1. Individuelles Ein- und Ausschalten der Beleuchtung

   Das individuelle Ein- und Ausschalten der Treppenhausbeleuchtung ist für Mehrfamilienhäuser sehr unüblich und sollte möglichst vermieden werden.

2. Zeitgesteuerte Beleuchtung

   Die zeitgesteuerte Beleuchtung kann im Treppenhaus die Beleuchtungsdauer optimieren. Die Dauer sollte sich nach dem langsamsten Bewohner richten und somit so lang wie nötig und so kurz wie möglich sein.

3. Bewegungsgesteuerte Beleuchtung

   Ein Bewegungsmelder kann den effizienten Betrieb der Beleuchtung optimieren. Die Beleuchtung wird somit bedarfsgebunden und ermöglicht ein erhöhtes Sicherheitsniveau. Der Betrieb des Bewegungsmelders kann zeitgesteuert sein, z.B. nur von 17.00-08.00 Uhr. Die Anpassung an die jahreszeitlichen Veränderungen macht dieses System jedoch wartungsaufwendig.

4. Tageslichtgesteuerte Beleuchtung

   Alternativ kann ein Helligkeitssensor die Beleuchtung des Treppenhauses individuell regeln. Sinkt die Umgebungshelligkeit unter einen definierten Schwellenwert (für Treppenhäuser 150 lx), so wird das Treppenhaus bei Bewegungsregistrierung durch den Bewegungsmelder künstlich beleuchtet.

Konventionelle Ausstattung

Treppenhausbeleuchtungen mit Glühlampen sind noch immer vielfältig vorhanden: Wir haben eine eigene kleine Erhebung durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass von zehn zufällig ausgewählten Gebäuden der Baujahre 1920-2005 in neun Fällen Glühlampen zur Beleuchtung des Treppenhauses verwendet werden. Die zeitgesteuerte Beleuchtung ist dabei bei allen obligatorisch. Die gemessene Einschaltdauer lag zwischen 1,75 und 5 Minuten.

Innovative Ausstattung

Die Verwendung von Energiesparlampen ist erstes und wichtigstes Mittel, um Strom zu sparen. Vorurteile gegenüber der Optik sollten längst durch die Verfügbarkeit anderer Formen (Glühlampenform, Spots, …) und mehrerer Lichtfarben aus dem Weg geräumt sein.

Auch für die Verwendung im Treppenhaus gibt es bereits besonders geeignete Lampen mit hoher Schaltfestigkeit und schnellem Erreichen der vollen Helligkeit. Die Eignung für die Verwendung im Treppenhaus ist auf der Packung gekennzeichnet. Nach [test 2009] sind die Osram Dulux Superstar Globe 21 W, Osram Dulux EL Dimmable 20 W und Philips Genie ww 8 W empfehlenswert.

Zusätzliche Maßnahmen z.B. Öko-Aus, Bewegungsmelder oder partielle Beleuchtungskonzepte sind noch kein Standard, können aber helfen unnötigen Stromverbrauch im Treppenhaus zu vermindern.

Es wird erwartet, dass die LED-Technik in Zukunft so weit entwickelt wird, dass sie standardmäßig in der Allgemeinbeleuchtung verwendet werden kann. [FGL 2008 a]

Einsparpotenzial

Beispiel: Die Tabelle 8 zeigt das Einsparpotenzial durch den Austausch von Glühlampen gegen treppenhausgeeignete Energiesparlampen in einen Beispiel-Mehrfamilientreppenhaus mit fünf Treppenhaus-Lampen.

Energieeinsparung durch Austausch von Glühlampen			
	Glühlampe	Energiesparlampe Dulux *Superstar (Röhrenform)*	Energiesparlampe (Glühlampenform) *Megaman "lightme" ESL Classic*
Lampenleistung	60 W	12 W	11 W
mittlere Lebensdauer	1000 h	10000 h	6000 h
Energie - Effizienzklasse	E	A	A
Preis/Stück	1,00 €	8,49 €	12,95 €
Betriebsdauer/Jahr	608 h/a	608 h/a	608 h/a
Energieverbrauch/Jahr	255 kWh/a	51 kWh/a	47 kWh/a
Energiekosten/Jahr	51,07 €	10,21 €	9,36 €
Stückkosten/Jahr	0,61 €	0,52 €	1,31 €
Wartung/Jahr	37,24 €	3,72 €	6,21 €
Gesamtkosten/Jahr	88,92 €	14,45 €	16,88 €
Energieeinsparung/Jahr	-	204 kWh/a	209 kWh/a
Energieeinsparung/Jahr	-	80 %	82 %
Kosteneinsparung/Jahr	-	74,47 €	72,04 €

Tabelle 8 Einsparpotential durch Austausch der Glühlampe[10]

Maßnahmen bei Modernisierung und Neubau

Um die Beleuchtung des Treppenhauses so effizient wie möglich neu zu gestalten, sollte den Leuchtmitteln und Leuchten besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Der Austausch dieser Komponenten ist oft ohne großen Aufwand möglich.

Bei einer Modernisierung des Treppenhauses können Verbesserungsmaßnahmen im Bereich der Raumqualität bzw. der Steuerungstechnik erreicht werden.

- Der Einbezug des Tageslichts ist für die Beleuchtung des Treppenhauses von grundlegender Bedeutung. Erst wenn das natürliche Licht nicht mehr ausreicht wird es notwendig, die künstliche Beleuchtung zu benutzen. Der Austausch von Strukturgläsern, Glasbausteinen o.ä. in der Fassade gegen klares Flachglas führt zu mehr Helligkeit. Die Beleuchtung braucht so erst später und weniger oft in Anspruch genommen werden.

[10] Basierend auf fünf Lampen pro Treppenhaus, Strompreis 0,20 €/kWh, Sockel E 27, Betriebsdauer 600 h/a.

- Der Reflexionsgrad hängt von der Oberflächenbeschaffenheit und –farbe der Raumbegrenzungsflächen (Wände, Decken, Böden) ab. Sind die Umgebungsflächen hell, können sie ebenfalls den Bedarf an Kunstlicht vermindern.
- Die Leuchtmittel haben einen bedeutenden Einfluss. Die Tabelle 8 zeigt, dass im Vergleich zur Glühlampe Leuchtmittel mit einer geringen Wattzahl und einer langen Lebensdauer den Stromverbrauch bereits um 80 % senken können.
- Es gibt für Treppenhäuser spezielle Energiesparlampen: Diese zeichnen sich durch eine hohe Schaltfestigkeit und das schnelle Erreichen der vollen Helligkeit aus. Nach [test 2009] sind die Osram Dulux Superstar Globe 21 W, Osram Dulux EL Dimmable 20 W und Philips Genie ww 8 W empfehlenswert.
- Der Austausch von KVGs (konventionellen Vorschaltgeräten) durch EVGs (elektronische Vorschaltgeräte) kann die Lebensdauer der Leuchtmittel um 50 % verlängern – Wartungs- und Entsorgungskosten werden somit erheblich gemindert. Nach [Osram 2008 c] arbeitet das EVG zum einen ca. 22 % wirtschaftlicher als ein KVG, zum anderen benötigt die Leuchtstofflampe weniger Leistung. Die Energieersparnis durch den Tausch liegt bei 25 - 30 %.
- Leuchten mit einer besonders guten Lichtlenkung können ebenfalls die Lichtausnutzung optimieren.
- Ein Treppenhaus-Lichtautomat hilft die Beleuchtungsdauer in gemeinschaftlich genutzten Räumen zu verringern und ggf. Nutzerfehlverhalten zu verhindern. Die automatische Regelung der Treppenhausbeleuchtung hat den Vorteil optimal auf Helligkeitsbedürfnisse und möglichst kurze Beleuchtungs- und somit Energieverbrauchsphasen eingestellt zu sein. Der unnötige Stromverbrauch durch evtl. Nutzerfehlverhalten wird somit reduziert. Außerdem ist die Regelung der Beleuchtung durch die Schaltung im Nulldurchgang der Wechselstrom-Sinuswelle lampenschonend und kann zur Verlängerung ihrer Lebensdauer beitragen. Gibt es bereits eine Zeitautomatik, so könnte über die tatsächlich benötigte Beleuchtungsdauer nachgedacht und diese angepasst werden, z.B. durch das Herabsetzen der zu langen Beleuchtungsdauer von 5 min auf 1,5-2 min.

Energieeinsparung durch Reduzierung der Beleuchtungsdauer		
	Glühlampe	**Energiesparlampe** *z.B. Osram Dulux EL Facility*
Lampenleistung	75 W	14 W
Verbrauch bei 5 min Beleuchtung pro Schaltung	570 kWh/a	106 kWh/a
Verbrauch bei 2 min Beleuchtung pro Schaltung	228 kWh/a	43 kWh/a
Energieeinsparung	342 kWh/a	64 kWh/a
Energieeinsparung (%)	60%	60%
Energiekosten-Einsparung (€/a)	68 €/a	13 €/a

Tabelle 9 Treppenhausbeleuchtung: Einspareffekt durch Reduzierung der Beleuchtungsdauer auf 2 Minuten[11]

- Die Möglichkeit die Beleuchtung vorzeitig durch Tastendruck (Öko-Aus-Funktion) zu beenden spart zusätzliche Energie und lässt den Nutzer aktiv am Stromsparprozess teilnehmen.

[11] Basierend auf fünf Lampen pro Treppenhaus, 50 Schaltungen pro Tag, Strompreis 0,20 €/kWh, Sockel E 27

- Die Regelung der Beleuchtung über Bewegungsmelder mit Helligkeitssensor verkürzt die Beleuchtungsanwendung auf den tatsächlich nötigen Zeitraum. Bis zu 80 %-Einsparpotential liegt in dieser Maßnahme. [Ensto 2006] Darüber hinaus kann noch die Schaltung pro Etage zu Einsparungen herangezogen werden, indem nur die wirklich benutzten Bereiche im Treppenhaus beleuchtet werden (Etagen- oder Zonenverbund).
- Zur zusätzlichen Energieeinsparung ist das etagenweise Beleuchten des Treppenhauses denkbar. Die Idee beruht darauf, dass nur die tatsächlich benötigten Leuchten eingeschaltet werden. Die „bewegungslosen" Etagen bleiben solange dunkel oder gedimmt, bis Bewegung durch den Bewegungsmelder wahrgenommen wird.

Im Neubaubereich sollten während der Planung auch folgende, die Beleuchtung beeinflussende Faktoren, berücksichtigt werden:

- Bauliche Vorraussetzungen für die Beleuchtung mit Tageslicht schaffen, d.h. möglichst auf innenliegende Treppenhäuser ohne natürliches Tageslicht verzichten.
- Den Einsatz von Gläsern mit geringem Lichtdurchlass (Strukturgläser, Glasbausteine u.ä.) vermeiden.
- Den Innenraum hell gestalten. Dunkle Oberflächen absorbieren das Licht, so dass der Raum dunkler erscheint und einen höheren Beleuchtungsaufwand verursacht.
- Durch ein auf das Gebäude und die Bewohner abgestimmtes Lichtmanagementsystem den Energieaufwand für die Beleuchtung minimieren.

4.1.2.2 Beleuchtung von Fluren

In diesem Abschnitt wird die Beleuchtung von Gemeinschaftsfluren wie Etagenflure, Kellerflure und Laubengänge betrachtet.

Nach [DIN EN 12464-1:2003] sind zur Beleuchtung von Fluren 100 lx empfohlen.

Nach den im Abschnitt 4.1.1.5 genannten Schaltprinzipien kann die Beleuchtung manuell (Ein/Aus) oder zeitlich, nach Betätigung des Schalters oder des Bewegungsmelders gesteuert werden. Funktionen wie Öko-Aus, Verlängerung bzw. Dauerschaltung, Ausschaltvorwarnung und Grundbeleuchtung sind bei Fluren ebenso anwendbar. Wie im Treppenhaus die Beleuchtung pro Etage möglich ist, kann bei Fluren die Aufteilung der Beleuchtung in verschiedene Zonen (partielle Beleuchtung) Sinn machen.

Diese Beleuchtungsprinzipien sind auf alle Arten der Flurbeleuchtung anwendbar.

Etagenflur	Laubengang	Kellerflur

Abbildung 5 Flurbeleuchtung
Quellen: [FGL 2008], [Eco-Plan 2005], [hhni 2008]

Maßnahmen bei Fluren

Maßgeblichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben hier, wie bei der Treppenhausbeleuchtung, Leuchtmittel und Beleuchtungsdauer. Wie bereits in Abschnitt 4.1.1 beschrieben, sollten energiesparende Leuchtmittel wie Energiesparlampen oder Leuchtstofflampen mit besonders hoher Schaltfestigkeit und schnellem Erreichen der vollen Helligkeit und elektronischen Vorschaltgeräten zum Einsatz kommen. Die Beleuchtungsdauer sollte der benötigten Zeit (längster Weg zwischen Wohnung und Treppenhaus, Kellertür und Kellerraum) angepasst werden. Der Einsatz von Bewegungsmeldern macht vor allem bei größeren Gebäuden mit vielen Wohneinheiten Sinn, da hier die Zahl der Treppenhausbenutzer besonders hoch ist.

4.1.2.3 Beleuchtung von Gemeinschaftsräumen

Übliche Gemeinschaftsräume sind Dachböden, Trockenräume, Waschmaschinenräume, Fahrradabstellräume, Wertstoffsammelplätze, Heizräume und Hausanschlussräume. Gegebenenfalls gibt es weitere gemeinschaftliche Aufenthaltsräume wie Partyräume, Schwimmbad, Sauna oder andere Räume.

Heizräume, Hausanschlussräume, Waschmaschinenräume, Fahrradabstellräume

Bei sehr wenig benutzten Räumen wie einem Heizungsraum wird die Beleuchtung üblicherweise manuell über einen Ein-/Ausschalter gesteuert. Eine Zeitautomatik kann auch hier gegen das Vergessen des Ausschaltens behilflich sein. Für längere Arbeiten, wie Reparaturen, ist bei der zeitgesteuerten Variante die Zusatzfunktion der Dauer-Ein-Schaltung sinnvoll.

Die Tabelle 10 zeigt das Einsparpotential beim Austausch von Glühlampen gegen Energieeinsparlampen.

Energieeinsparung durch Austausch von Glühlampen			
	Glühlampe	Energiesparlampe (Röhrenform) *z.B. Osram Dulux Superstar*	Energiesparlampe (Glühlampenform) z.B. *Megaman "lightme" ESL Classic*
Lampenleistung	60 W	12 W	11 W
mittlere Lebensdauer	1000 h	10000 h	6000 h
Energie - Effizienzklasse	E	A	A
Preis/Stück	1,00 €	8,49 €	12,95 €
Betriebsdauer/Jahr	608 h/a	608 h/a	608 h/a
Energieverbrauch/Jahr	255 kWh/a	51 kWh/a	47 kWh/a
Energiekosten/Jahr	51,07 €	10,21 €	9,36 €
Stückkosten/Jahr	0,61 €	0,52 €	1,31 €
Wartung/Jahr	37,24 €	3,72 €	6,21 €
Gesamtkosten/Jahr	88,92 €	14,45 €	16,88 €
Energieeinsparung/Jahr	-	204 kWh/a	209 kWh/a
Energieeinsparung/Jahr	-	80%	82%
Kosteneinsparung/Jahr	-	74,47 €	72,04 €

Tabelle 10 Einsparpotenzial durch Austausch von Glühlampen durch Energiesparlampen[12]

[12] basierend auf: Treppenhaus mit 7 Lampen, 50 Schaltungen à 120 Sekunden, Strompreis von 0,20 €/kWh, Preise [Conrad 2008]. Kosten für Wartung 35 €/h Hausmeister vor Ort.

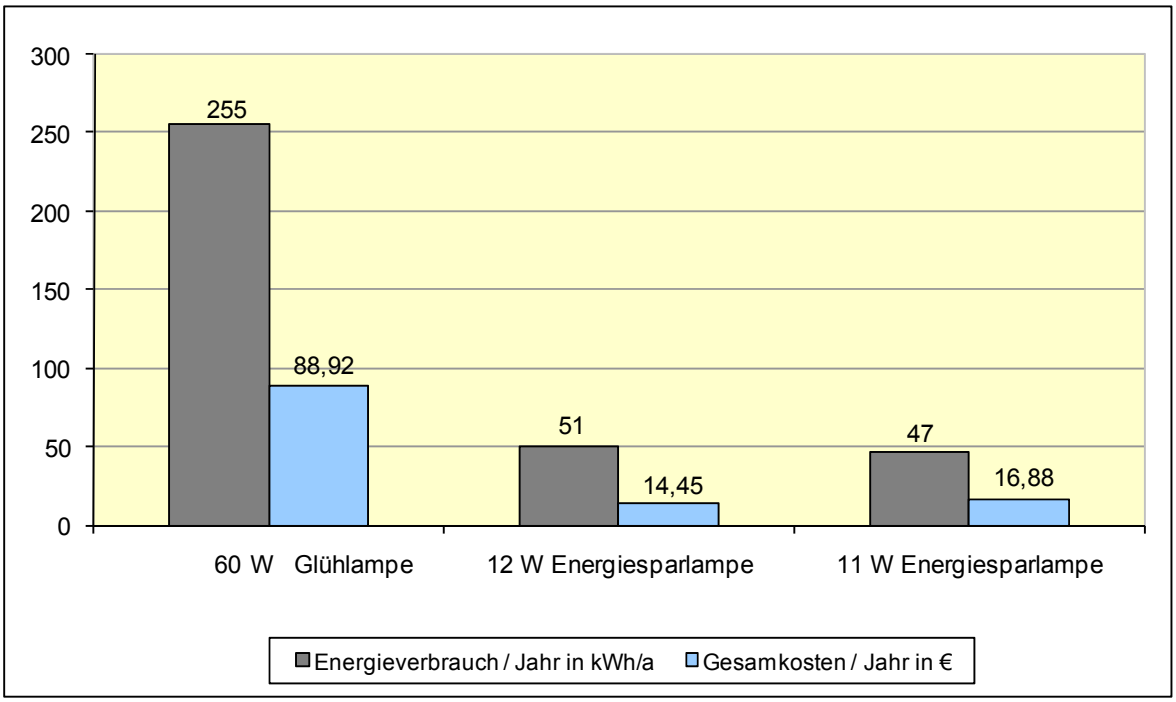


Abbildung 6 Jahresenergieverbrauch und -kosten verschiedener Leuchtmittel

Räume mit häufiger Benutzung, aber eher kurzen Aufenthaltsdauern, wie Fahrradabstellräumen, Waschmaschinenräume etc., können nach den üblichen Ein-/Aus-, Zeit- oder Bewegungsprinzipien geschaltet werden. Die zeit- bzw. bewegungsgesteuerte Schaltung bietet sich hier ebenfalls für den Strom sparenden Betrieb an.

Beispiel: Umrüstung einer zeitgesteuerten zu einer bewegungsgesteuerten Beleuchtung

Nach einem Beispiel des Herstellers wurden in einem Waschmaschinenraum sechs zeitgesteuerte Leuchten mit je zwei Lampen à 36 W durch eine PIR-Leuchte[13] à 58 W ersetzt. Durch die Bewegungssteuerung wurde die Betriebsdauer der Leuchten von 18 auf 4 Stunden pro Tag reduziert. Die Einsparung betrug ca. 3300 kWh pro Jahr. [Ensto 2006]

Festräume

Gemeinschaftsräume für Feierlichkeiten und sonstige Zusammenkünfte bedürfen einer flexiblen Allgemeinbeleuchtung. Unterschiedliche Stimmungen können auf einfache Weise durch dimmbare Lampen erzeugt werden. Das individuelle Ein-/Aus-Schalten ist hier durch die Häufigkeit und Dauer der Nutzungen sinnvoll.

Innovativ:

Die Steuerung der Beleuchtung durch ein Dali-System[14] oder die Einbindung in ein BUS-System[15] ermöglicht das Ansteuern (schalten und dimmen) der einzelnen Komponenten und das Speichern verschiedener Lichtszenen über eine Schnittstelle. [FGL 2008 e]

---

13 „Passiv-Infra-Rot-Leuchte“; Leuchte mit integriertem Bewegungsmelder und Helligkeitssensor der Firma Ensto.

14 Von: „Digital Addressable Lighting Interface“. Schnittstelle für dimmbare EVGs, die einzelne Leuchten bzw. Leuchtengruppen zuammen ansteuert.[Osram 2008 b]

Schwimmbäder / Saunen

In Schwimmbädern kann es neben der Allgemeinbeleuchtung, Stimmungsbeleuchtungen und Beckenbeleuchtungen geben. Hier ist auf die Eignung der Leuchten zu achten: spritzwassergeschützt bzw. unterwassergeeignet. [Schwimmbad 2008] Beleuchtungen für Saunen müssen hitze- und feuchtebeständig sein.

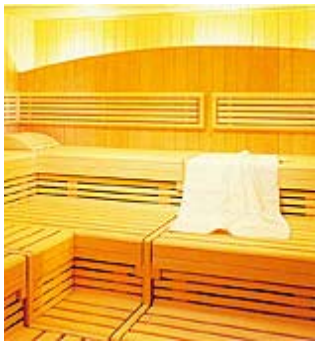
			
Indirektes Licht	Direktes Licht	Sternenhimmel	Tageslicht

Abbildung 7 Beleuchtung von Saunen
Quelle: [Schwimmbad 2008]

Wie in allen anderen Bereichen reduziert die Nutzung von Tageslicht den Bedarf an künstlicher Beleuchtung erheblich. Gemeinschaftlich genutzte Schwimmbäder und Saunen sind mehr oder weniger unregelmäßig genutzte Räume. Beleuchtungskosten können hier durch den Einsatz eines Präsenzmelders gespart werden, so dass die Beleuchtung ausschließlich während der Benutzungszeit eingeschaltet ist.

Unterwassergeeignete Leuchten, werden üblicherweise mit Schutzkleinspannung (12 V) betrieben und mit Halogenlampen bestückt. Der Einsatz von LED´s ist hier möglich und aufgrund der Wartungsabstände von Vorteil. [Sun-Pools 2008]

Der Einsatz der Effektbeleuchtung ist zu überdenken. Ist die Effektbeleuchtung notwendig, so ist es ratsam, von z.B. einem Halogenstrahler mit Farbfolie auf LEDs zu wechseln, da erstens die Lichtausbeute der LED´s besser ist und zweitens hier die Farbe durch das Leuchtmittel selbst und nicht durch lichtschluckende Folien erzeugt wird.

Sternenhimmel lassen sich sparsam durch Glasfasertechnik realisieren. Hier wird z.B. in einem Technikraum Licht über einen Reflektor auf ein Lichtleiterbündel fokussiert. Die Lichtleiter verteilen das Licht dann gleichmäßig auf die Lichtleiter-Leuchten. Der Vorteil der Glasfaseroptik besteht darin, dass die Lichtquelle nicht über dem Becken sitzt, sondern im Technikraum, wo sie vor Wasser geschützt ist und bequem ausgetauscht werden kann. [Schwimmbad 2008] [Theis 2008]

4.1.2.4 Beleuchtung von Tiefgaragen

Seit März 2003 sind für Parkgaragen die lichttechnischen Anforderungen aus [DIN EN 12464-1:2003] maßgeblich. [FGL 2008 f]

[15] Von: „bidirectional universal switch“. Programmierbare automatisierbare Steuermöglichkeit

Darüber hinaus gibt es Regelungen zur Beleuchtung in den Garagen-Verordnungen der einzelnen Bundesländer. In einigen Ländern wird bezüglich der Beleuchtung zwischen Klein-, Mittel- und Großgaragen unterschieden.

In Bremen beispielsweise ist für Garagen generell eine elektrische Beleuchtung vorgeschrieben, welche Zu- und Abfahrten, sowie Rettungswege nach den anerkannten Regeln der Elektrotechnik ausreichend beleuchtet. Eine Sicherheitsbeleuchtung ist jedoch für eingeschossige Garagen mit festem Benutzerkreis (Benutzern von Wohnungen) nicht erforderlich. [BremGaVo]

Üblicherweise gibt es bei einspurigen Ein- und Ausfahrten eine Ampel, welche die Zu- und Abfahrt koordiniert oder eine Signalleuchte, die das Öffnen des Tores signalisiert.

Die Allgemeinbeleuchtung der Garage wird üblicherweise entweder bei Öffnung des Tores (Einfahrt) oder über die Betätigung eines Schalters bei Betreten der Garage eingeschaltet. Die Beleuchtungsdauer kann dann wie im Treppenhaus über eine Zeitautomatik definiert werden.

Die in 4.1.1.5 beschriebene Dauer-Ein-Schaltung ermöglicht es, die Beleuchtung bei Reinigungsarbeiten, Reparaturen oder längeren Beladungsvorgängen länger einzuschalten.

Auch in Tiefgaragen kann der Beleuchtungsvorgang durch den Einsatz von Bewegungsmeldern optimiert werden.

4.1.2.5 Notbeleuchtung, Fluchtwegausschilderung

In Bremen sind Notbeleuchtungen in Wohnhäusern in innenliegenden Treppenräumen erst ab 5 Geschossen durch die [BremLBO] verlangt. Die lichttechnischen Anforderungen von Notbeleuchtungen sind in der DIN EN 1838 bzw. DIN 4844-1 geregelt. [FGL 2008 b]

Notausgangsschilder sollten beleuchtet oder hinterleuchtet sein. Auf nachleuchtende Standardschilder sollte zugunsten der Sicherheit verzichtet werden. Im Gegensatz dazu ist ein Schild durch die Be- bzw. Hinterleuchtung aus einiger Entfernung und die Sicherheitsfarbe grün gut erkennbar.

Der wirtschaftliche Betrieb wird vorrangig von Leuchtstoff- bzw. Kompaktleuchtstofflampen in Kombination mit elektronischen Vorschaltgeräten gewährleistet. LED´s werden in Rettungszeichenleuchten bereits aufgrund ihrer langen Lebensdauer gerne verwendet. [FGL 2008 b]

4.1.3 Beleuchtung im Außenbereich

Im Außenbereich von Gebäuden werden ggf. Eingänge, Hausnummern, Durchgänge, Durchfahrten, Wege, Parkplätze und Wertstoffsammelplätze beleuchtet.

Abbildung 8 Außenbeleuchtungen
Quellen: [FGL 2008], [Amansis 2008], [youhome 2008]

4.1.3.1 Beleuchtung von Eingängen

Bei Erreichen des Hauses ist die Beleuchtung des Eingangs bei Dunkelheit für ein komfortables Öffnen der Tür unumgänglich. Der beleuchtete Außenraum bietet gleichzeitig mehr Sicherheit. Zur Eingangsbeleuchtung sind Decken-, Wand- oder Mastleuchten geeignet. Sie sollen blendfrei abgeschirmt sein oder eine geringere Leuchtdichte haben. Die Beleuchtungsdauer kann auf folgende Arten geregelt werden:

- Ein/Aus-gesteuert über einen Helligkeitssensor, Dauerbeleuchtung in Abhängigkeit vom Tageslicht (d.h. sollte das Tageslicht zunehmen, dimmt die Lampe ab und umgekehrt).
- Manuelle Einschaltung mit Nachlaufzeit wie beim Treppenhauslicht z.B. 90 Sekunden.
- Einschaltung über einen Bewegungsmelder, Nachlaufzeit wie beim Treppenhauslicht z.B. 90 Sekunden.
- Eine Kombination aus tageslichtgesteuerter Dauerbeleuchtung in geringer Leistungsstufe (Grundbeleuchtung) und voller Leistung auf manuelle Anforderung oder Impuls durch Bewegungsmelder.

4.1.3.2 Beleuchtung von Hausnummern

Bei Dunkelheit ist das Beleuchten der Hausnummer eine wichtige Orientierungshilfe für Besucher und Notfalldienste. In einigen Städten Deutschlands (z.B. Hamburg) sollen beleuchtete Hausnummern Pflicht sein. [FGL 2008g]

Folgende Maßnahmen machen die Hausnummer besser sichtbar:

- Fluoriszierende Hausnummer
- Anstrahlen
- Hinterleuchten
- Kombination von Eingangslicht und Hausnummer

- Geformte Neonlampe
- Solar-Hausnummer.

Die Beleuchtung von Hausnummern sollten in Abhängigkeit vom Tageslicht gesteuert werden. In jedem Fall sollte auf Glühlampen verzichtet werden. Neben Kompaktleuchtstoff- und Leuchtstofflampen, bieten sich hier je nach Produkt auch LEDs zur Beleuchtung an.

4.1.3.3 Beleuchtung von Wegen

Die Beleuchtung von Wegen hat zum einen die Funktion, die Orientierung zu erleichtern, zum anderen, Gefahrenpunkte (z.B. Stufen) hervor zu heben.

Als den Weg säumende Beleuchtung eignen sich Stand- bzw. Poller- oder Bodenleuchten. Wie bei der Eingangsbeleuchtung gibt es die Möglichkeit, das Licht zu bestimmten Zeiten durch Timer oder Helligkeitssensoren dauerhaft in Betrieb zu schalten. Das Einschalten durch einen Bewegungsmelder ist eine weitere Alternative. Wie bereits erwähnt, kann auch hier die Kombination aus gedimmter und bewegungsgesteuerter Beleuchtung ein Optimum an Orientierung, Sicherheit und Sichtbarkeit bieten. Neben Kompaktleuchtstoff- und Leuchtstofflampen bieten sich ebenfalls Halogen-Metalldampflampen zur Verwendung an.

Bei Wegen ist auch Beleuchtung im Zonenverbund möglich. Dabei wird der Weg in bestimmte Abschnitte geteilt und die Beleuchtung schaltet nach Verlassen eines Bereichs zügig ab oder dimmt die Lampen. Der energetische Mehraufwand durch den Eigenstromverbrauch von mehreren Bewegungsmeldern muss berücksichtigt werden.

Energieautarke Systeme als Orientierungsbeleuchtung können (sofern unverschattet) eine Alternative bieten. Der Betrieb dieser Lampen wird ausschließlich über Solarenergie geregelt, indem die Sonnenenergie über ein PV-Modul in einem Akku gespeichert wird. Die Kombination mit Helligkeitssensor und Bewegungsmelder ist möglich. Problematisch kann die Versorgung durch mangelnde Sonnenenergie in den Monaten November bis Februar sein.

4.1.3.4 Dekorative Außenbeleuchtung

Licht ist eine Möglichkeit, Architektur und Natur besonders in Erscheinung treten zu lassen. Es trägt bei Städten und Plätzen dazu bei, die Attraktiviät und Sicherheit von Orten zu steigern und somit die Belebtheit dieser Orte zu fördern. Fassaden, Wege, Bäume und Sträucher werden mittels Strahlern und Bodenleuchten eindrucksvoll in Szene gesetzt. Neben Kompaktleuchtstoff- und Leuchtstofflampen bieten sich Halogen-Metalldampflampen evtl. unter Gebrauch von Farbfiltern (Nachteil: lichtschluckende Eigenschaften) oder der Einsatz von LEDs (Vorteil: farblich variabel) an. Die Lichtsteuerung sollte zumindest tageslichtabhängig gesteuert sein; am besten mit Ausschaltung während einiger Nachtstunden.

Abbildung 9 Dekorative Außenbeleuchtung
Quellen: [Stiers 2008], [big bremen 2008]

4.1.3.5 Parkplatz-Beleuchtung

Die [DIN EN 12464-2:2003] widmet sich der Beleuchtung von Parkplätzen im Freien. [FGL 2008 f]

Zur Beleuchtung von zum Gebäude gehörenden Parkplätzen bieten sich neben Kompaktleuchtstoff- und Leuchtstofflampen, Halogen-Metalldampflampen oder Natrium-Hochdrucklampen zur Verwendung an. Die bewegungs- und zeitgesteuerte Beleuchtung macht ggf. für größere Parkplätze bzw. Garagenhöfe, weniger für Einzelstellplätze, Sinn.

4.1.3.6 Beleuchtung von Wertstoffsammelstellen

Die Beleuchtung von Wertstoffsammelstellen braucht i.d.R nur kurzzeitig zu erfolgen. Deshalb ist hier zur Steuerung ein Bewegungsmelder mit Tageslichtsteuerung und relativ kurzer Nachlaufzeit sinnvoll. Auf ein manuelles Ein-/Ausschalten sollte verzichtet werden, um das Vergessen der Ausschaltung auszuschließen. Neben Kompaktleuchtstoff- und Leuchtstofflampen bieten sich ebenfalls Halogen-Metalldampflampen zur Verwendung an.

4.1.3.7 Beleuchtung von Durchgängen und Durchfahrten

Aus unfall- und kriminalitätspräventiven Gründen ist die Beleuchtung von Durchgängen z.B. zu einem Innenhof empfehlenswert. Bei der Beleuchtungsstärke sollte darauf geachtet werden, dass zwischen Durchgang und Umgebung kein abrupter hell-dunkel Kontrast besteht. Zur guten Erkennbarkeit von Personen und deren Gesichtern ist eine Beleuchtungsstärke von 20 lx empfohlen [Prinz 2001]. Wichtig für Beleuchtungen aus Sicherheitsgründen ist die regelmäßige Säuberung und rasche Störungsbehebung.

Neben Kompaktleuchtstoff- und Leuchtstofflampen bieten sich Halogen-Metalldampflampen oder Natrium-Hochdrucklampen in besonders schlecht erreichbaren Stellen auch Induktionslampen zur Verwendung an.

Zusammenfassung Maßnahmen

Die Tabelle 11 fasst Maßnahmen zusammen, mit denen bei der Allgemeinbeleuchtung Energie gespart werden kann.

Allgemein	Jederzeit: • Leuchtmittel mit besserer Lichtausbeute und Lebensdauer • Leuchten mit besserer Lichtlenkung • Austausch von KVGs durch EVGs • Optimierung der Zeitautomatik
	Bei Modernisierung zusätzlich: • helle Gestaltung von Decken, Wänden, Böden • Einführung der Zeitautomatik • Helligkeitssensor • Bewegungsmelder • Öko-Aus-Funktion: Einbezug des Bewohners in Stromsparprozess • evtl. Zonen und Etagenverbund
	Bei Neubau zusätzlich: • größtmögliche Ausnutzung des Tageslichts erreichen
Treppenhaus und Flure	• energieeffiziente Leuchtmittel mit hoher Schaltfestigkeit und schneller Helligkeit • Verzicht auf Orientierungsbeleuchtung • Zeitautomatik mit möglichst kurzer Brenndauer • Öko-Aus-Funktion: Einbezug des Bewohners in Stromsparprozess • bei vielen Wohneinheiten: Helligkeitssensor und Bewegungsmelder, ggf. Etagen- bzw. Zonenverbund
Wenig frequentiere Räume (z.B. Heizungsraum, Hausanschussraum …)	• individuelle Ein-/Ausschaltung • ggf. Zeitautomatik
Viel frequentierte Räume (z.B. Fahrradkeller, Waschmaschinenraum…)	• Zeitautomatik • Öko-Aus-Funktion: Einbezug des Nutzers in Stromsparprozess • ggf. Bewegungsmelder
Gemeinschaftsräume, z.B. Festräume	• individuelle Ein-/Ausschaltung • ggf. Lichtszenen- gesteuerte Beleuchtung als Kombination von Allgemein- und Stimmungsbeleuchtung
Schwimmbad/Sauna	• Beleuchtungsdauer durch Präsenzmelder • dimmbare Allgemeinbeleuchtung • Umrüsten der Effektbeleuchtung auf LED und Glasfasertechnik • Verzicht auf Effektbeleuchtung • Öko-Aus-Funktion
Tiefgarage	Beleuchtungsdauer durch Zeitautomatik oder Bewegungsmelder

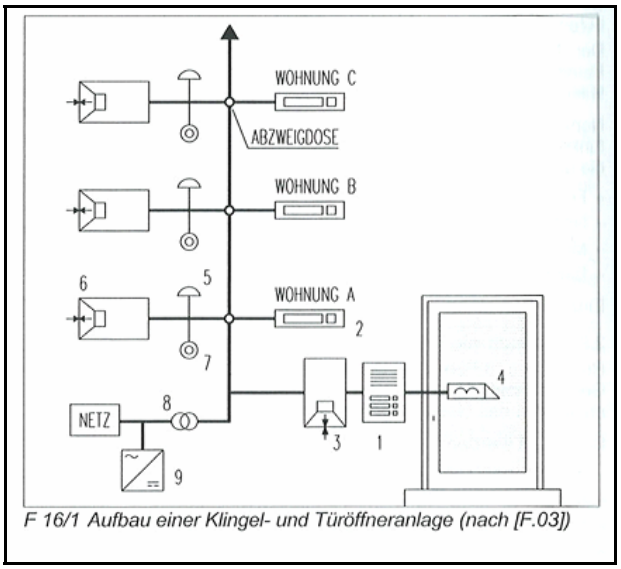
	• Einsatz besonders energieeffizienter Leuchtmittel für Ampel oder Signalleuchte
Notausgangsschilder	• Verwendung von Kompakt- oder Leuchtstofflampen mit EVG • Umrüsten auf / Einsatz von LED bestückten Schildern
Eingänge	• Zeitautomatik • ggf. Bewegungsmelder • alternativ: Dauerhaft gedimmte Beleuchtung, volle Leuchtkraft bei Bewegungsvermerk
Wege	System 1: • Tageslichtgesteuerte dauerhafte Orientierungsbeleuchtung • Evtl. Einsatz solargespeister Beleuchtung System 2: • Tageslichtgesteuerte Beleuchtung, Bewegungsmelder System 3: • Tageslichtgesteuerte, dauerhafte gedimmte Beleuchtung, volle Leuchtkraft bei Bewegungsvermerk System 4: • Bewegungsbegleitende Beleuchtung (Zonenverbund)
Architektonische Akzentbeleuchtung	• Einsatz energieeffizienter Leuchtmittel (z.B. LED´s) • Tageslichtgesteuert, mehrere Stunden Nacht-Aus
Parkplätze	• Einsatz energieeffizienter Leuchtmittel • evtl. Betrieb auf geminderter Leistung • Bewegungs- und Zeitautomatik (Carports/Garagen)
Müllsammelstelle	• Zeitautomatik (kurze Beleuchtungszeit) • ggf. Bewegungsmelder • Evtl. energieautarkes System mit Solarzelle
Durchgänge	• Einsatz von besonders effizienten Leuchtmitteln mit langer Lebensdauer

Tabelle 11 Zusammenfassung Maßnahmen bei Beleuchtung

4.2 Klingel-, Sprech-, Video- und Türöffnungsanlagen

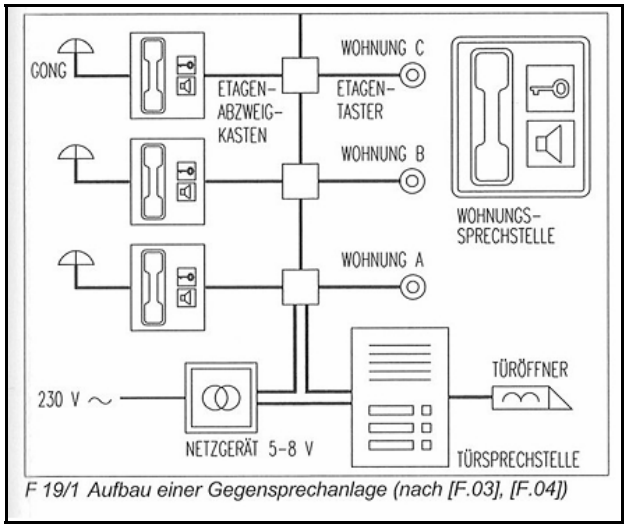
Eine Klingel- und Türöffnungsanlage (mit und ohne Namensschildbeleuchtung) gehört zur Grundausstattung von Mehrfamilienhäusern. Nach DIN 18015-2 ist für jede Wohnung eine Klingelanlage und bei Mehrfamilienhäusern eine Türöffneranlage vorzusehen [Pistohl 2007 a]. Bei Modernisierung und Neubau kommen zunehmend ergänzende Funktionen wie eine Beleuchtung der Namensschilder (Haus- und Wohnungseingangstür), eine Sprechfunktion und eine Videoübertragungsfunktion („Besucher vor der Haustür“) zum Einsatz.

Den Aufbau einer Klingel- und Türöffnungsanlage zeigt die Abbildung 10, den Aufbau einer Gegensprechanlage die Abbildung 11.



F 16/1 Aufbau einer Klingel- und Türöffneranlage (nach [F.03])

Abbildung 10 Aufbau einer Klingel- und Türöffnungsanlage
Quelle: [Pistohl 2007 a] nach HEA



F 19/1 Aufbau einer Gegensprechanlage (nach [F.03], [F.04])

Abbildung 11 Aufbau einer Gegensprechanlage
Quelle: [Pistohl 2007 a]

Die zentrale Strom verbrauchende Komponente ist der so genannte Klingeltransformator.

Eine Video-Türsprechanlage ergänzt die Hauseingangstür- und die Innenstationen durch Kamera und Bildschirme. Neuartige IP-Videoanlagen sind per Ethernet verbunden, hier laufen die Daten aus der Internettelefonie, des Internet-Fernsehens und des Surfens im World Wide Web über einen Router zusammen. Die Türstation kann hier auch vom PC aus gesteuert werden. [Pfannstiel 2008]

4.2.1 Stromverbrauch und -kosten

Nach der Literatur liegt die Leistungsaufnahme für eine Klingel- bzw. Haussprechanlage bei 2 W bis 20 W.[16] Wir haben an verschiedenen Gebäuden eigene Messungen durchgeführt. Dabei konnte eine Leistungsaufnahme von 14 bis 30 W festgestellt werden, siehe Anlage 1.

Bezüglich des Stromverbrauchs gehen [Böde et al. 2000] bei einem Normalbetrieb von 4 Stunden pro Jahr und einem Bereitschaftsbetrieb von 8.756 Stunden pro Jahr aus. Als Stromverbrauch pro Klingelanlage und Gebäude werden dort für 1997 im Durchschnitt 17,5 kWh/a angesetzt. Andere Quellen liefern für Einzelfälle andere Werte: [Nowotka 2007] z.B. kommt auf 45 kWh/a. Wir haben an verschiedenen Gebäuden eigene Messungen durchgeführt. Dabei konnte der Stromverbrauch auf 10 bis 115 kWh/a abgeschätzt werden, siehe Anlage 2. Je nach Quelle ergeben sich damit Stromverbrauchskosten von 2 bis 23 Euro pro Jahr und Gebäude.

Nach [Böde et al. 2000] beträgt der Jahresstromverbrauch von Klingelanlagen in Deutschland ca. 283 GWh/a.

4.2.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

4.2.2.1 Rechtliche Anforderungen

Rechtliche Anforderungen zur Reduktion des Stromverbrauchs von Klingel-, Sprech- und Türöffnungsanlagen bestehen zurzeit noch nicht. Ab 2010 jedoch dürfen Büro- und Haushaltsgeräte im Standby keine höhere Leistungsaufnahme als 1 W haben; Geräte mit Informationsanzeige 2 W. [test 2008 a]

4.2.2.2 Klingeltransformatoren

Die entscheidende Strom verbrauchende Komponente ist der Transformator, der die 230 V – Spannung auf Schutzkleinspannung (3-24 Volt) umwandelt. Der tatsächliche Gebrauch der Anlage oder der Klingel geschieht selten und benötigt wenig Strom. Hauptsächlich kommt der Stromverbrauch damit über den Bereitschaftsmodus (über 99 % der Zeit) zustande. [UBA 2003 b].

Grundsätzlich kommt ein Austausch des Klingeltransformators gegen ein verlustärmeres Gerät in Frage. Die Firma Grothe (Hennef) hat in einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Vorhaben ein Netzteil entwickelt, das 80-90 % der Leerlaufverluste vermindert. Der Transformator benötigt im Leerlauf lediglich deutlich unter 1 W.

[16] [Böde et al 2000]: 4 W im Normalbetrieb, 2 W im Standby. [Pistohl 2007]: unterer 2 W, mittlerer 10 W, oberer 20 W.

Während des Bereitschaftsbetriebes wird der Transformator in den „ECO-Modus“ versetzt. Hierbei wird in der Primärspule der Strom durch einen Widerstand gemindert. Es bleibt somit nur noch eine Restspannung in der Sekundärspule vorhanden, diese reicht gerade aus, dass ein Sensor und die verbundene Auswertelektronik reagieren, wenn durch das Drücken der Klingel der Stromkreislauf geschlossen wird. Sobald Strom in der Sekundärspule fließt und einen eingestellten Wert überschreitet, wird durch ein Relais der Vorwiderstand der Primärspule überbrückt und die volle Nennspannung steht zur Verfügung. Der Auslöser für das Einschalten der Klingel ist in diesem Fall die Klingeltaste. [UBA 2003 a]

Mit diesem Strom sparenden Netzteil können bei herkömmlichen Mehrdraht-Sprechanlagen ohne Namenschildbeleuchtung 80-90 % der Leerlaufverluste vermindert werden. Die ECO-Zusatzteile amortisieren sich sehr schnell. Die Anschaffungsbeträge (ohne Installation) liegen im 10 Euro-Bereich. Die Einsparung beträgt ca. 4,5 W * 8.760 h/a * 0,2 €/kWh = 8 €/a. [UBA 2003 b]

Probleme bestehen jedoch

- bei Anlagen, die gleichzeitig die Namensschildbeleuchtung beinhalten. Hier besteht permanent ein Stromverbrauch, der bewirkt, dass der Trafo nicht in den ECO-Modus schaltet.[17]
- Bei zusätzlichen Komponenten wie Mithörsperre, Tongenerator und Verstärker. Hier ist ebenfalls der permanente Stromverbrauch so hoch, dass der Sparmodus nicht eingeschaltet wird.
- Wird eine Sprechanlage mit 2-Draht-Technik (BUS-Technik) verwendet, wird die Steuerung digital mit Protokollen abgewickelt. Hierfür ist eine ständige Versorgungsspannung nötig, die ebenfalls das Netzteil nicht in den Eco-Modus herunterfähren lässt.

An der Bewältigung dieser Probleme wird gearbeitet. Möglicherweise bringt hier die Ökodesignrichtlinie neue Schubkraft.

4.2.3 Zusammenfassung: Was tun bei Modernisierung bzw. Neubau

Zurzeit (Nov. 2008) sind kaum Erzeugnisse auf dem Markt, mit denen sich der Stromverbrauch von Klingel-, Sprech-, Video- und Türöffnungsanlagen mit der üblichen Namensschildbeleuchtung wirtschaftlich reduzieren ließe. Im Jahre 2009 könnte sich dies ändern, denn Hersteller planen mit neuen Produkten auf den Markt zu kommen.

Bestand	jederzeit	• derzeit keine wirtschaftlich durchführbaren Maßnahmen bekannt.
	bei Modernisierung	• evtl. ab 2009 neue Energiesparprodukte • Namenschildbeleuchtung nicht permanent, sondern nur auf Anforderung • ggf. Verzicht auf Videofunktion • Wenn keine Namensschildbeleuchtung: ECO-Netzteil verwenden
Neubau	während Planung	• evtl. ab 2009 neue Energiesparprodukte • ggf. Verzicht auf Videofunktion

[17] Persönliches Gespräch mit Hr. Ehlen, Fa. Grothe, vom 6.11.2008.

4.3 Personenaufzüge

Personenaufzüge sind bei Wohngebäuden vor allem in großen und hohen Mehrfamilienhäusern vorhanden. Eine eigene Auswertung des Bestands eines großen Wohnungsunternehmens ergab, dass bei etwa 100 von 2.000 Mehrfamilienhäusern (also 5 %) mindestens ein Aufzug vorhanden ist. Nach [Roas 2007] gibt es in Deutschland ca. 630.000 Aufzüge, von denen jeder zweite Aufzug älter als 20 Jahre ist.

Seit einigen Jahren besteht ein Trend, bei Neubauten oder Modernisierungen von Mehrfamilienhäusern einen Aufzug einzubauen, vor allem, um Älteren und Menschen mit körperlichen Behinderungen das Leben zu erleichtern und damit die Wohnungen besser vermietbar zu machen. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft deutlich mehr als 5 % der Mehrfamilienhäuser über einen Aufzug verfügen und somit ihr Stromverbrauch eine höhere Bedeutung erhält.

Betrachtet werden im Folgenden nur Personenaufzüge in Mehrfamilienhäusern und keine Güter-, Last-, Betten- oder anderen Aufzüge.

Im Vergleich zu anderen gebäudetechnischen Komponenten gibt es mit der [E VDI 4707] für Aufzüge eine Grundlage, nach der die Energieeffizienz beurteilt werden kann. In Zukunft soll die Energieeffizienz von Aufzügen nach Energieeffizienzklassen A - G ähnlich wie bei Kühlgeräten erkennbar sein.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Aufzüge nicht nur Energie in Form von Strom verbrauchen, sondern i.d.R. auch den Jahresheizwärmeverbrauch negativ beeinflussen: Ihre Schächte stehen in direktem Luftkontakt mit der Außenluft, so dass die Schachtummauerung einen Teil der wärmeübetragenden Hüllfläche bildet. Bei der Wärmedämmung wird dieses Bauteil zumeist vergessen. Hinzu kommt der „Schornsteineffekt“ des Aufzugsschachtes, der für einen starken Luftwechsel sorgt. Dieser könnte begrenzt werden, wenn die nach den Landesbauordnungen vorzusehenden Rauchabzüge am oberen Ende des Aufzugsschachtes dicht geschlossen wären.[18] Eine solche Technik ist möglich. [DAB 2008]

4.3.1 Stromverbrauch und Energiekosten von Aufzügen

Der Stromverbrauch von Aufzügen setzt sich aus dem Fahrt- und dem Stillstandsverbrauch (Standby-Verbrauch) zusammen. Beide hängen von Konstruktionsprinzipien, verwendeten Komponenten, der Nutzungsintensität und der Fahrt- bzw. Stillstandszeit ab.

In der Schweiz wurde der Energieverbrauch von Aufzügen umfangreich untersucht. [Nipkow 2006 a] Dabei zeigte sich, dass der Standby-Verbrauch in Wohngebäuden zwischen 40 und 86 % des gesamten Stromverbrauchs beträgt.

Für die Energieeinsparung besonders geeignet ist der Standby-Verbrauch. Die Abbildung 12 zeigt, wie sich dieser Verbrauch typischerweise aufteilt.

[18] Persönliche Mitteilung, Fa. D+H, April 2008

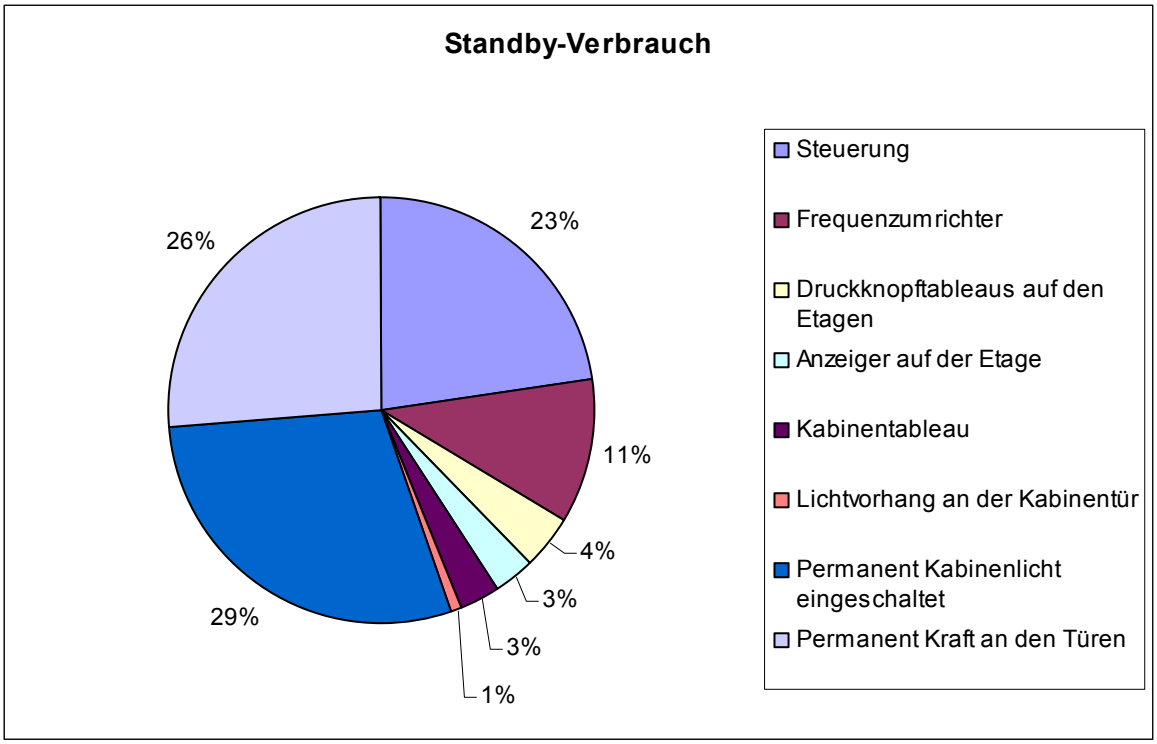


Abbildung 12 Aufzüge: Zusammensetzung des Standby-Verbrauchs
bei Aufzügen „mit Sünden“, d.h. mit permanenter Kabinenbeleuchtung und permanent Kraft im Türantrieb. Quelle: [Nipkow 2005] unter Berufung auf Lindegger

In der Literatur gibt es kaum Angaben zur Leistungsaufnahme und zum Stromverbrauch von Aufzügen in Wohngebäuden. Eine der wenigen Quellen ist [TU Chemnitz 1999]. Danach benötigen Aufzüge in Wohnhäusern je nach Größe und Leistung unterschiedlich viel Strom. 8 kW Leistungsaufnahme habe z.B. ein normaler 6-Personen-Aufzug, der mit einen Meter pro Sekunde auf- und absteige. Nach [SIA 2006] beträgt der Stromverbrauch bei einem kleinen Wohnhaus pro Fahrt etwa 4 Wh und insgesamt 950 kWh pro Jahr. Davon entfielen vier Fünftel auf die Bereitschaftsstellung.

Wir haben eine eigene Auswertung der Stromkosten für Aufzüge in ca. 50 Wohngebäuden vorgenommen. Die Anlage 3 zeigt die Details. Ist ein Aufzug vorhanden, so ergeben sich pro Wohneinheit Stromkosten von durchschnittlich ca. 20 € pro Jahr für den Aufzug. Im Minimum waren es ca. 7 €, im Maximum ca. 51 € pro Wohneinheit und Jahr. Die Abbildung 13 zeigt eine Häufigkeitsverteilung des Allgemeinstromverbrauchs für Aufzüge pro m² Wohnfläche, Basis: 50 Gebäude. Im Mittel ergibt sich ein Aufzugsstromverbrauch von ca. 1,70 kWh/(m²a); die Spanne geht von 0,8 bis 3,6 kWh/(m²*a).

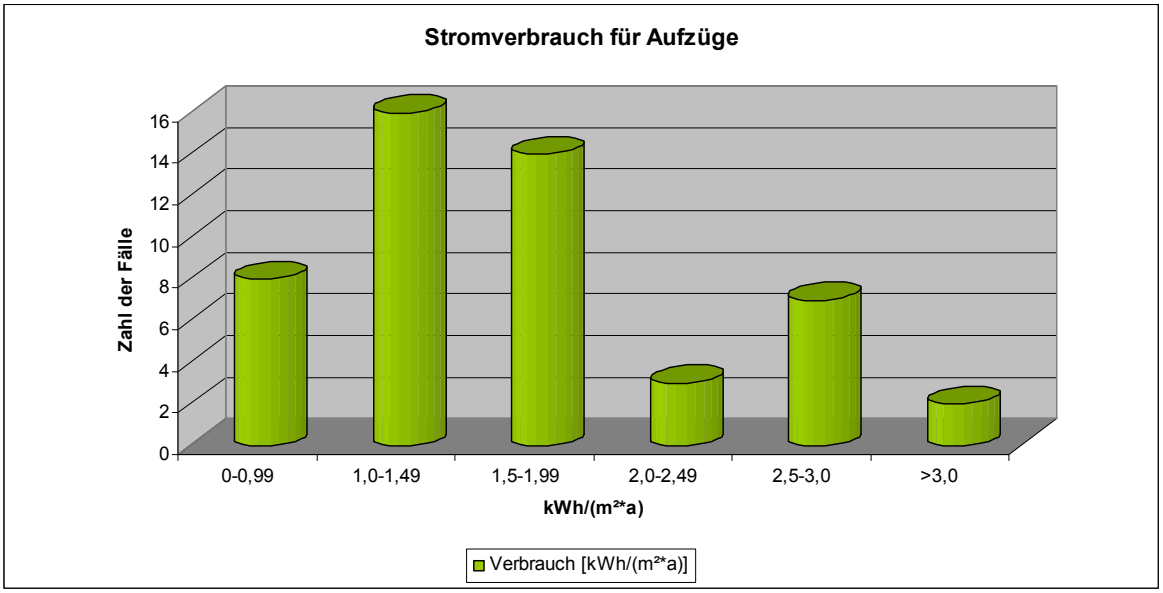


Abbildung 13 Aufzüge: Häufigkeitsverteilung des Stromverbrauchs 2007
in kWh pro m² Wohnfläche und Jahr
Quelle: Messergebnisse eines Wohnungsunternehmens. Eigene Auswertung der Autoren.

In einem achtgeschossigen Wohngebäude haben wir einen Lastgangzähler installieren lassen und ausgewertet.

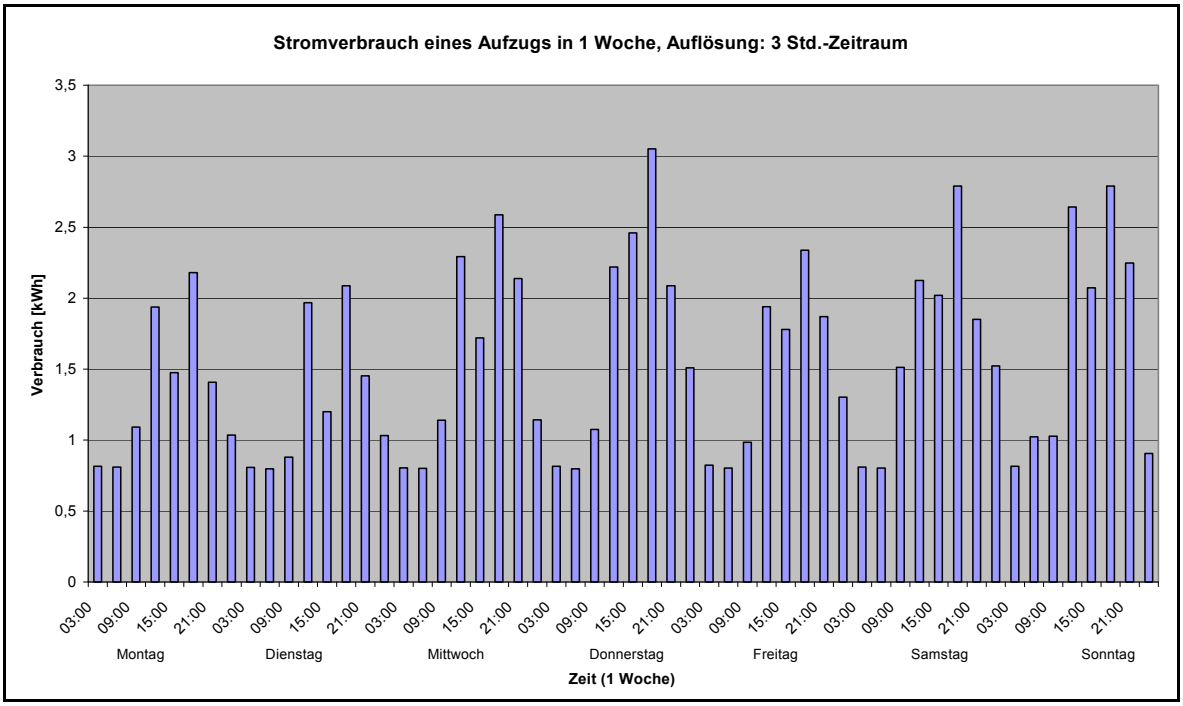


Abbildung 14 Aufzug: Verteilung des Stromverbrauchs in 1 Woche

Die Abbildung 14 zeigt den typischen Tagesverlauf des Stromverbrauchs des Aufzugs in einer Woche. Man erkennt deutlich den gleichbleibenden Nachtverbrauch, der nicht auf

Fahrten beruht, sondern auf eingeschalteter Kabinenbeleuchtung und „Kraft auf den Türen“.

4.3.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Nach den rechtlichen Anforderungen folgen detaillierte Ausführungen zu einzelnen Aufzugskomponenten. Die wichtigsten Einsparmöglichkeiten bestehen bei der Kabinenbeleuchtung und der Vermeidung von permanenter Kraft im Türantrieb.

4.3.2.1 Rechtliche Anforderungen

Aufzüge sind besonders sensible Anlagen, bei denen die Energieeinsparung u.U. hinter Sicherheitsaspekte zurücktreten muss. Es gibt einige rechtliche Anforderungen, die Auswirkungen auf die Energieeinsparung haben:

- Die Kabine muss nach [DIN EN 81], solange der Aufzug betriebsbereit ist, ständig eine Mindestbeleuchtungsstärke auf dem Boden und auf dem Bedientableau von 50 Lux aufweisen, vgl. [Giel o.J. a] und [Waidmann et al. 2008 b].
- Nach DIN EN 81 ist es bei Kabinen mit selbsttätig kraftbetätigten Türen (automatischen Schiebetüren) möglich, das Kabinenlicht, während der Fahrstuhl mit geschlossenen Türen an einer Haltestelle parkt, auszuschalten, vgl. [Waidmann et al. 2008 b].
- Bei der Benutzung von Glühlampen zur Beleuchtung der Kabine müssen mindestens zwei Lampen parallel geschaltet werden, damit für den Fall vorgesorgt ist, falls eine Lampe ausfällt [Giel o.J. a].

4.3.2.2 Maßnahmen bei der Traktionstechnik

Aufzüge kann man unterscheiden nach Seilaufzügen und hydraulischen Aufzügen. Ein Seilaufzug (auch Treibscheibenaufzug genannt) funktioniert nach dem Prinzip des Flaschenzuges: Die Kabine wird über Seile und Umlenkrollen mit Gegengewichten verbunden. Mit Hilfe eines motorischen Antriebs werden die Gegengewichte beim Herunterfahren der Kabine angehoben bzw. beim Hochfahren herunter gelassen. Seilaufzüge sind die häufigste Aufzugsart. Die neueste Generation der Aufzüge setzt Polyurethangurte statt Stahlseilen ein. Die Vorteile sind weniger Reibung und dadurch bessere Effizienz und die PU-Gurte benötigen keine Schmierstoffe und durch eine passende Ummantelung läuft der Aufzug leiser. [Otis 2008]

Bei einem hydraulischen Aufzug wird die Kabine durch Hubarbeit einer elektrisch angetriebenen Pumpe befördert. Ein geeignetes Hydrofluid wird je nach Fahrtrichtung in den Hydraulikzylinder gedrückt oder per Ventil abgelassen, somit bewegt sich die Kabine nach oben oder nach unten, vgl. Abbildung 15. Die Hebetechnik wird i.d.R. unter dem Aufzug angebracht. [Waidmann et al. 2008 a]

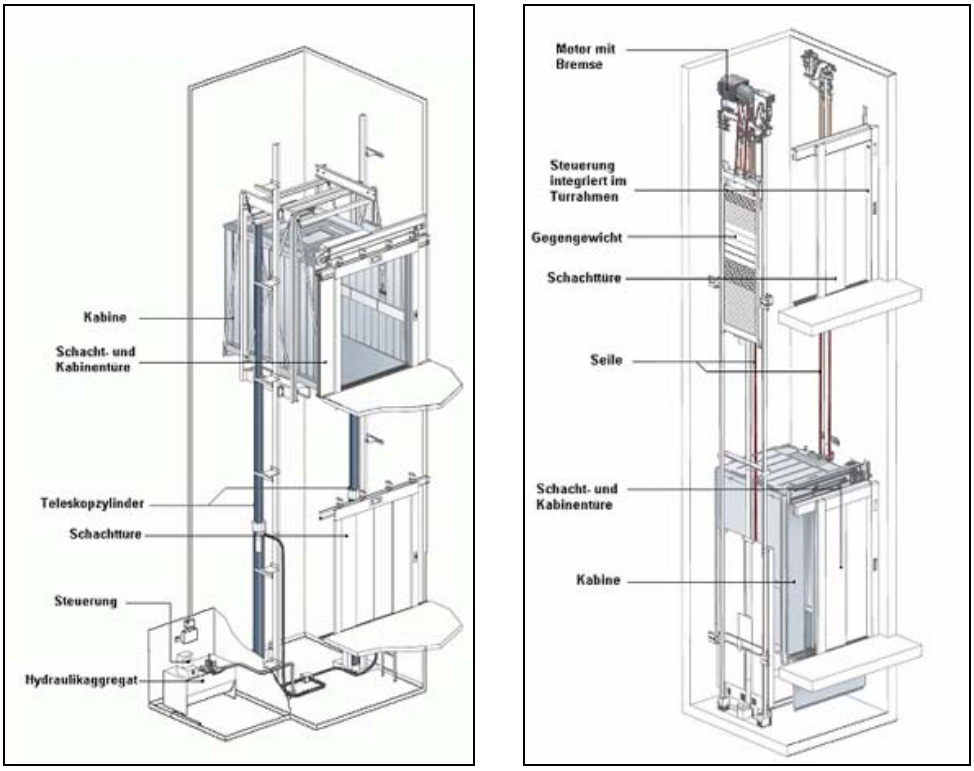


Abbildung 15 Systemschema Hydraulischer Aufzug / Seilaufzug
Quelle: [Nipkow 2006b]

Bei älteren Modellen wird beim Hydraulikaufzug mehr Energie benötigt. Außerdem muss man sich bei Hydraulikaufzügen um das Wechseln des umweltschädigenden Öls kümmern. [Waidmann et al. 2008 a]

Beim Einsatz moderner Technologien kann der Hydraulikaufzug heutzutage energetisch mit dem Seilaufzug mithalten; der bisher als ineffizient eingestufte Hydraulikaufzug muss nicht schlechter abschneiden als Seilaufzüge. [Nipkow 2006b] Die Investitionsbeträge von Hydraulikaufzügen entsprechen bei Anlagen mit bis zu drei Haltestellen etwa denen von Seilaufzügen. Hydraulische Aufzüge kommen deshalb bevorzugt bei kleinen bis mittleren Hubhöhen (< 22 m) zum Einsatz. [Wellpott 1994] Im Vergleich sind die Betriebskosten aufgrund des Ölwechsels und der Energiekosten bei Hydraulikaufzügen höher. [Krupp 2003] Ihr Vorteil ist die Platzersparnis beim Schachtkopf.

4.3.2.3 Maßnahmen bei der Antriebstechnik

Bei Aufzügen gibt es Motoren. Diese können geregelt oder ungeregelt sein. Geregelte Motoren haben bei der Beschleunigung kleinere Verluste als Pol-umschaltbare Motoren, die früher verwendet wurden.

Ferner gibt es Antriebstechnik ohne Getriebe („gearless“) und mit Schnecken- oder Planetengetrieben. Ein getriebeloser Antrieb benötigt weniger Energie (Vermeidung von Übertragungs- und Reibungsverlusten).

Eine verbreitete Möglichkeit, den Motor zu regeln und auf ein Getriebe zu verzichten, ist der Asynchronmotor. Er kann direkt an Wechselstrom angeschlossen werden. Die Geschwindigkeit des Motors wird über einen Frequenzumrichter geregelt: Über eine höhere Frequenz wird der Motor beschleunigt. [Nipkow 2006 b]

Auch bei Antrieben gibt es einen Standby-Zustand, der den Stromverbrauch beeinflusst.

Es gibt auf dem Markt verschiedene Technologien, um einen energieeffizienten Antrieb zu erreichen: Bei einer Modernisierung könnte – sofern das Getriebe intakt ist - nur der Motor gegen einen neuen, mit Frequenzregelung ergänzten Motor ausgetauscht werden. Bei dieser Variante kann ca. 30 % der auf den Antrieb entfallenden Energie eingespart werden. Werden Motor und Getriebe ersetzt, ist zu einem getriebelosen Antrieb zu raten.[19]

Der Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung der Frequenz der Spannung für den Antrieb des Aufzugs spart Strom ein. Alte Aufzüge fahren alle Geschwindigkeiten mit der gleichen Frequenz. Mit dem Umrichter kann die Frequenz der Geschwindigkeit angepasst werden. Bei langsamen Strecken, wie dem Anfahren, wird eine geringere Frequenz genutzt und somit Strom eingespart.[20]

Beim Einbau eines neuen Aufzugs kann ein getriebeloser Antrieb mit Frequenzumrichter verwendet werden, vgl. [Hellmich 2008] und [Meermann et al. 2006]. Allerdings wird die Tragfähigkeit ab einer gewissen Grenze eingeschränkt, auch wenn ein Teil über die Aufhängung wieder ausgeglichen werden kann. Darf die Tragfähigkeit nicht beeinträchtigt werden, besteht eine Möglichkeit in der Verwendung eines Planetengetriebes. Es ist teurer [21], aber bei hochwertigen Maschinen können bis zu 90 % Gesamtwirkungsgrad erreicht werden. [Helmle 2007]

In der Planungsphase eines Neubaus ist die Motorleistung richtig zu dimensionieren.

4.3.2.4 Maßnahmen bei der Aufhängung der Kabine

Bei Seilaufzügen kann die Aufhängung der Kabine an den Seilen mittig oder seitlich erfolgen. Bei der seitlichen Aufhängung wird die Kabine lediglich an einer tragenden Seite befestigt, die Konstruktion wird auch Rucksackanordnung genannt [Venzke 2006]. Eine andere Möglichkeit ist die mittige Aufhängung der Kabine an einem Flaschenzug.

Bei Hydraulikaufzügen gibt es i.d.R. eine zentrale Anordnung des Hebers unter der Kabine. Bei Hydraulikaufzügen besteht die Gefahr, dass Hydraulikflüssigkeit austritt [Waidmann et al. 2008 a].

Eine andere Konstruktionsweise bei Hydraulikaufzügen ist die seitliche Aufhängung, hier werden die Heber seitlich des Fahrkorbs angeordnet. Entweder es wird nur eine Seite verwendet, dann wird es auch hier Rucksackprinzip genannt, oder die Aufhängung ist beidseitig, hier wird sie Tandem-Prinzip genannt. [Waidmann et al. 2008 a]

Energetisch günstig ist generell eine zentrische Aufhängung, wobei auf reibungsarme Führungselemente geachtet werden sollte. [Nipkow 2005]

4.3.2.5 Maßnahmen bei der Kabinenbeleuchtung

Für umfassende Informationen zu Beleuchtung vgl. Kapitel 4.1.

Die Kabinenbeleuchtung nimmt einen bedeutenden Anteil am Energieverbrauch ein. Betrachtet man nur den Standby-Verbrauch, so kann ihr Anteil am Stromverbrauch fast ein Drittel betragen.

---

19 Persönliche Mitteilung, Hr. Scholz, Fa. Schmitt + Sohn vom 22.10.2008

20 Persönliche Mitteilung Hr. Alwes, Fa. Schmitt + Sohn vom 22.09.2008

21 Persönliche Mitteilung Hr. Scholz, Fa. Schmitt + Sohn vom 22.10.2008

Für die Kabinenbeleuchtung sind vor allem bei älteren Aufzügen noch Glühlampen, konventionelle Halogenlampen und Leuchtstofflampen mit konventionellen Vorschaltgeräten in Gebrauch. Diese sind nicht energieeffizient, vgl. Kapitel 4.1.1.3.

Ferner ist zu beobachten, dass bei den meisten Aufzügen die Kabinenbeleuchtung dauerhaft eingeschaltet ist, also auch dann, wenn niemand fährt. Nach [E VDI 4707] beträgt die durchschnittliche Fahrtdauer in Wohngebäuden bis 20 Wohneinheiten nur 0,5 Stunden pro Tag; bei Gebäuden bis 50 Wohneinheiten 1,5 Stunden und ab 50 Wohneinheiten 3 Stunden pro Tag. Der Standby-Zustand ist also bei Aufzügen in Wohngebäuden der häufigste Betriebszustand.

Wenn in einem Personenaufzug z.B. 6 konventionelle Niedervolt-Halogenlampen a 50 W installiert sind, ergibt sich ein Kabinenbeleuchtungsstromverbrauch von 2.630 kWh/a, wovon nur ca. 55 kWh/a auf die Fahrtzeit entfallen.

Bei der Beleuchtung der Kabine sind Glüh- und Halogenlampen zu meiden. Sie haben einen hohen Energiebedarf und eine geringe Lebensdauer, was zu hohem Wechselaufwand führt. Erheblich günstiger sind Leuchtstofflampen mit elektronischem Vorschaltgerät, und Energiesparlampen. Wo ein Umbau der Leuchten erforderlich wäre, könnten auch herkömmliche Niedervolt-Halogenlampen gegen IRC-Halogenlampen ausgewechselt werden (Einsparung: ca. 30 %) bzw. Halogenhochvoltreflektorlampen gegen Miniatur-Energiesparlampen.

LEDs kommen heute i.d.R. in der Kabinenbeleuchtung noch nicht zum Einsatz. Sie eignen sich eher für Anzeigen, das Bedientableau und den Fahrbefehlsgeber in Stockwerken.

Neben dem Einsatz energieeffizienter Leuchtmittel sollte der Betrieb der Leuchten eingeschränkt werden: Befindet sich der Aufzug weder in Fahrt, noch befinden sich Personen in ihm, parkt der Fahrstuhl mit geschlossenen Türen in der Haltestelle. Ist das der Fall, ist es nach DIN EN 81 möglich, bei Aufzügen mit selbstständig kraftbetätigten Türen das Licht auszuschalten. Bei Aufzügen, die diese Voraussetzung erfüllen, kann die Kabine mit einer Zeitschaltung beleuchtet werden. Nach einer bestimmten Zeit ohne Fahrbefehl (mind. eine Minute) schaltet das Kabinenlicht ab. Sobald ein Befehl in einem Stockwerk oder im Fahrstuhl erfolgt, wird die Kabinenbeleuchtung wieder eingeschaltet.

4.3.2.6 Maßnahmen bei der Türverriegelung

Bei den meisten, insbesondere älteren Aufzugsmodellen, wird auch bei Stillstand des Aufzugs permanent Kraft benötigt, um die Türen geschlossen zu halten. Der Kraftantrieb für die Türen benötigt etwa ein Viertel des Standby-Verbrauchs.

Der permanente Türantrieb der älteren Aufzugsmodelle kann heutzutage abgelöst werden. Bei bestimmten Aufzugsmodellen gibt es die Möglichkeit ein Relais einzubauen, dass im Stillstand die Spannung unterbricht.[22] Bei neuen Aufzügen werden die Türen nur noch während der Fahrt durch den Motor des Aufzugs fest geschlossen gehalten. Bei Stillstand der Kabine in einer Etage wird die Spannung der Tür über ein Relais unterbrochen. Bei geschlossener Tür des Aufzugs im Stillstand wird dann keine Spannung mehr benötigt.

[22] persönliche Mitteilung Hr. Scholz, Fa. Schmitt + Sohn, vom 22.10.2008

4.3.2.7 Maßnahmen bei der Steuerung

Für Aufzüge wurde bis in die 90er Jahre die Relaissteuerung verwendet. Das war eine relativ einfache Steuerung, die im Standby keinen Energieverbrauch aufwies, aber durch hohen Verschleiß wartungsintensiv und störanfällig war. Ab den 90ern wurden Mikroprozesssteuerungen verwendet, die auch im Standby-Betrieb Strom verbrauchen. Etwa ab 2000 werden Multiprozessorsteuerungen verwendet, die stromsparender sind.

Nach [Chemnitz o.J.] kann für die Steuerelektronik eine Leistung von 35 W zugrunde gelegt werden („guter Wert für gute Hersteller“).

Da moderne Steuerungen auf Basis von Multiprozessoren im Stillstand Energie verbrauchen, ist hier eine „Sleep“- oder „Außer-Betrieb-Funktion“ günstig. Die Steuerungsfunktion und die Lüftung werden nicht benötigt, wenn der Aufzug nichts befördert. [Nipkow 2005] Es kann bei der Steuerung außerdem gespart werden, wenn die beleuchteten Steuerelemente durch energiearme LED-Leuchten betrieben werden. [Giel o.J. b] Die Einstellung des Bereitschaftsbetriebs erfolgt über Multiprozessorsteuerung, welche auch nachträglich eingebaut werden kann. [Krupp 2008]. Ein Beispiel für die energiesparende Steuerung ist die „Blue Modus“-Einstellung der Fa. Böhnke + Partner GmbH Steuerungssysteme. [Böhnke 2008]

4.3.2.8 Sonstige Komponenten

Lüftung: Manche Aufzüge werden maschinell be- und entlüftet. Die Ventilatoren benötigen ebenfalls Strom.

Notfall-Meldesystem (Notruf, Telefon, Modem): Auch die Systeme für das Melden von Notfällen oder auch die Fernüberwachung des Fahrstuhls benötigen Strom.

Musikberieselung: Hierauf wird hier nicht eingegangen, da dies für Wohngebäude eher unüblich ist.

Rauchmelder: Über die Komponente automatische Rauchmelder in Fahrstühlen mit entsprechender Signalabsetzung fehlen Literaturangaben

4.3.2.9 Weitere Maßnahmen bei der Planung

Berücksichtigung der [E VDI 4707]: Bei der Modernisierungs- und Neubauplanung für Aufzüge sollte diese VDI-Richtlinie berücksichtigt werden. Mit ihrer Hilfe kann der Energiebedarf eines Aufzugs abgeschätzt werden. Über die Gebäudeart, die geschätzte Fahrtenzahl pro Tag und die durchschnittliche Fahrstrecke kann die Nutzungskategorie ermittelt werden. Die Nutzungskategorie gibt an, wie viele Stunden der Aufzug pro Tag durchschnittlich fährt und still steht. Über die Leistung des Aufzugs im Stillstand und den Energiebedarf für das Fahren kann mithilfe der Zeitangaben der Nutzungskategorie der Tagesverbrauch in kWh abgeschätzt werden. Wird der Tagesverbrauch durch die gefahrene Wegstrecke pro Tag (m) und die Nennlast (kg) geteilt, ergibt sich der spezifische Gesamtenergiebedarfswert (mWh/(m*kg)). Durch den spezifischen Gesamtenergiebedarfswert und die Nutzungskategorie wird der geplante Aufzug einer Energieeffizienzklasse zugeordenet. Die Energieeffizienzklasse kann auch nur auf den Stillstand oder die Fahrt ermittelt werden.

Geschwindigkeit: Wird ein Aufzug konzipiert, sollte die angestrebte Fördergeschwindigkeit möglichst niedrig angesetzt werden. Höhere Geschwindigkeiten erfordern größere Motoren. Für Wohnhäuser ist über die gesamte Förderhöhe eine Fahrdauer von 25 - 35

Sekunden ausreichend. Das ergibt bei 4 Geschossen und 9 Meter Förderhöhe eine Geschwindigkeit etwa 0,26 - 0,36 m/s. [Nipkow 2005]

4.3.2.10 Weitere Innovationen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Rückspeisefähiger Umrichter (Rekuperation)

Rekuperation ist eine Möglichkeit Energie zurückzugewinnen. Es ist bereits technisch möglich, durch einen rückspeisefähigen Umrichter einen Teil der Antriebsenergie von Aufzügen wieder zurückzugewinnen. Die elektromotorische Bremse kann beim Bremsen des Aufzugs als Generator verwendet werden und die Energie wird in eine Batterie gespeichert. [Wyss-Iseli 2006]

Neben der direkten Wiedergewinnung der Energie durch die Bremse hat die Rekuperation den Vorteil, Abwärme zu reduzieren. Dies bedeutet eine Einsparung der Kühlung des Maschinenraums. [Schindler 2000]

In Seil-Aufzügen kann bei der Hochfahrt Energie zurückgespeist werden. Theoretisch können kleine Aufzüge Rekuperationsgrade bis zu 30 % und große Aufzüge bis zu 40 % erreichen. Werden diese Werte mit der Energie, die ein Aufzug während der Fahrt braucht verrechnet, können im günstigsten Fall bis zu 14 % Energieeinsparung erreicht werden. Diese Werte verschlechtern sich jedoch durch den höheren Strombedarf der rückspeisefähigen Umrichter und durch Fahrten, die nicht die gesamte Schachtlänge abfahren. [Nipkow 2005]

Bei alten Aufzügen wurde bei der Fahrt zunächst beschleunigt und zum Abbremsen der Geschwindigkeit für den Halt in der Etage die Bremse benutzt. Bei neuen Aufzügen funktioniert das durch Frequenzregelung und das Wirbelstromprinzip. Bei Beschleunigung wird die Frequenz erhöht, beim Verlangsamen wird die Frequenz reduziert. Die Bremse wird nur noch für die Verankerung in der Etage als „Haltebremse“ benötigt. Der Umrichter bekommt eine Überspannung, die „verfliegt“. Diese könnte zurück gewonnen werden, doch das macht den Aufzug störungsanfälliger und hat bedingt höhere Investitionsbeträge. Eine Alternative wäre, den zurückgewonnenen Strom nicht zu speichern, sondern ihn im Gebäude für andere Zwecke zu verwenden.[23]

Seit vier Jahren sind spezielle Aufzüge mit Rekuperation erhältlich; die Technik sei aber noch nicht Standard.[24]

Linearmotor als Aufzugsantrieb

Der Linearmotor erzeugt anstatt der rotierenden Bewegung des herkömmlichen Elektromotors eine lineare Bewegung. Durch seine Besonderheit kann der Linearmotor hohe Beschleunigungen und Geschwindigkeiten erreichen, außerdem ist er äußerst verschleiß- und wartungsarm. Linearmotoren werden für zahlreiche Werkzeugmaschinen, Positionierungsmaschinen und die Magnetschwebebahn verwendet. In der Aufzugsindustrie wurden schon mehrere Versuche unternommen, die Technik erfolgreich zu verwenden, bisher wurde kein Produkt auf dem Markt etabliert, vgl. [Nipkow, 2005].

TWIN-Anlage

Es können durch neue Technologien zusätzliche Aufzüge eingespart werden. Eine TWIN-Anlage besteht aus einem Fahrstuhlschacht, aber zwei Kabinen. Es werden zwei Treibscheibenaufzüge in einem Schacht installiert. Diese zwei Kabinen fahren übereinander

---

[23] persönliche Mitteilung Hr. Scholz, Fa. Schmitt + Sohn vom 22.10.2008

[24] persönliche Mitteilung Hr. Hammer, Fa. Schindler, vom 10.11.2008.

und sind unabhängig. Der Sicherheitsabstand zwischen den beiden Aufzügen wird überwacht. Durch die zwei Kabinen gibt es eine höhere Förderleistung und es kann evtl. ein weiterer Aufzug gespart werden; vgl. [Meermann et al. 2006]

4.3.3 Zusammenfassung: Was tun bei Modernisierung bzw. Neubau?

Bestand	jederzeit	• Umstellung auf sparsamere Kabinenbeleuchtung (keine Glühlampen, kein Halogen; mindestens Energiesparlampen oder Leuchtstofflampen mit elektr. Vorschaltgerät) und Modernisierung der Steuerung • Umstellung des Türantriebs
	bei Modernisierung	• Beachtung der E VDI 4707 • Umstellung auf sparsamere Kabinenbeleuchtung (keine Glühlampen, kein Halogen; mindestens Energiesparlampen oder Leuchtstofflampen mit elektr. Vorschaltgerät; LED prüfen) • Abschaltung der Kabinenbeleuchtung bei Stillstand • spannungslose Türverriegelung im Stillstand • je nach Alter und Technik des Fahrstuhls weitere Maßnahmen (neuer Motor etc.)
Neubau	während Planung	wie bei Modernisierung; zusätzlich: • Motorleistung richtig dimensionieren (möglichst langsame Fördergeschwindigkeit)

Tabelle 12 Was tun bei Modernisierung / Neubau von Aufzügen?

4.4 Elektrische Heizsysteme zur Eis- und Schneefreihaltung

Gelegentlich werden im Außenbereich elektrische Heizsysteme eingesetzt, um Bauteile schnee- und eisfrei zu halten. Man unterscheidet

- Freiflächenheizungen, z.B. für Fußwege, für Tiefgaragen und Parkhaus Auf- und Abfahrten, für Außentreppen und für Eingangsbereiche
- Dach-, Dachrinnen- und Rohrenteisung.

Die typischen Komponenten eines solchen Heizsystems sind Heizkabel oder Heizmatten, die als elektrische Widerstandsheizung betrieben werden, Steuer- und Regelgeräte (mit Netzteil) sowie Sensoren für Temperatur und/oder Feuchte.

Das Ein- bzw. Ausschalten erfolgt unterschiedlich. Bei sehr einfachen Systemen gibt es lediglich einen handbetriebenen Ein-/Ausschalter. Eine bessere Steuerung wird erreicht, wenn die Außentemperatur automatisch berücksichtigt wird, die Anlage z.B. nur zwischen -7 und +5°C betrieben wird.

Die z.Zt bedarfsgerechteste Steuerung/Regelung bedient sich zusätzlich Feuchtesensoren. Die Anlage wird dann nur eingeschaltet, wenn eine Temperatur in der Nähe der Frostgrenze unterschritten wird und der in die beheizte Fläche eingebaute Fühler gleichzeitig Feuchtigkeit registriert.

4.4.1 Rechtliche Anforderungen

Im Einzelfall gibt es bei einem Gebäude Anforderungen der Feuerwehr bzw. der Berufsgenossenschaft, die aus Gründen der Verkehrssicherheit und der Freihaltung von Rettungswegen für bestimmte Bauteile wie Außentreppen eine Schnee- und Eisfreiheit fordern.

4.4.2 Beschreibung von Systemvarianten und Komponenten

Über die Verbreitung von elektrischen Heizsystemen zur Eis- und Schneefreihaltung von Bauteilen im Außenbereich ist nichts bekannt. Dem Anschein nach sind solche Systeme wenig verbreitet.

4.4.2.1 Freiflächenheizungen

Freiflächenheizungen dienen der Eis- uns Schneefreihaltung z.B. von Eingangspodesten Außentreppen, von Tiefgarageneinfahrten usw. Zum Teil werden sie aus Gründen der Personensicherheit verwendet, zum Teil dienen sie der Vermeidung von Schneeräumungsaufwand.

Ferner gibt es an einem anderen Gebäude des Wohnheimkomplexes eine elektrische Fußbodenheizung eines Eingangsbereichs, der als Podest ausgebildet ist. Die Heizung wurde ab Errichtung für einige Jahre nur über einen Temperatursensor geregelt. Dies führte jedoch zu einer großen Betriebsdauer Laufzeit, auch wenn kein Bedarf vorlag, weil das Podest wegen fehlender Niederschläge trocken war. Erst einige Jahre später wurde ein kombinierter Feuchte- und Temperatursensor eingebaut. Die Ein-Ausschaltung lässt sich durch den Betreiber nicht steuern (Grenztemperatur und Feuchte sind fest eingestellt).

Stromverbrauch, Energiekosten

Die typische spezifische Heizleistung von Außenflächenheizungen beträgt 200 bis 400 W pro m² Bauteilfläche [Recknagel 2007, S. 1073] bzw. 300 W/m², in klimatisch günstigen Lagen 200 W/m² [DEVI 2006].

Nach [Recknagel 2007, S. 1073] hat man bei elektrischer Freiflächenheizung jährliche Betriebskosten von 5 bis 7 € pro m² Bauteilfläche festgestellt, wobei ein Preis von 0,12 €/kWh zugrunde gelegt wurde.[25] Wenn man diese Kosten umrechnet, ergibt sich ein Stromverbrauch von ca. 42 kWh pro Quadratmeter Bauteilfläche und Jahr.

Nach [DEVI 2006] betrage die mittlere Betriebszeit in milden Gebieten ca. 200 Stunden pro Jahr, in den Alpenregionen ca. 800 Stunden pro Jahr.

Eis- und Schneemelder haben einen Eigenstrombedarf von max. 3 VA, hinzu komme der Eigenstrombedarf der Fühler mit bis zu 13 VA [DEVI 2007]. Bei einer Heizperiode von 300 Tagen pro Jahr ergibt sich ein Stromverbrauch für die Steuerung/Regelung von ca. 100 kWh/a. Hinzu kommt der Stromverbrauch für die eigentliche Heizaufgabe.

Nach [DEVI 2007] ist aufgrund langjähriger Erfahrung näherungsweise mit einem jährlichen Energieverbrauch von 25 bis 50 kWh je m² beheizter Fläche zu rechnen, wenn die beste Steuerung eingesetzt werde.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde eine Außentreppenheizung eines Wohnheims untersucht.[26] Die Steuerung sah vor, bei unter + 5° C Außentemperatur zu heizen. Die Leistungsaufnahme betrug dann 2,9 kW. Im Bereitschaftszustand beträgt die Leistungsaufnahme 11 W. Die beheizte Treppenfläche beträgt etwa 12,5 m². Die Gebäudenutzfläche A_N des Wohnheims beträgt ca. 500 m². Im Messzeitraum gab es leider keine Frosttage, so dass über den Stromverbrauch für die Außentreppenheizung keine Aussagen gemacht werden können.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde eine Außenflächenheizung eines Eingangspodestes (ca. 10 m²) eines Wohnheims untersucht.[27] Die Leistungsaufnahme betrug im Heizzustand 4,4 kW, im Bereitschaftszustand 5 W. Im Messzeitraum gab es nur wenige Frosttage. Der gemessene Stromverbrauch betrug hier 37 kWh/d für ca. 10 m², also 0,37 kWh/(m²* Frosttag).

4.4.2.2 Dach- und Dachrinnenheizungen

Dachheizungen dienen dazu, zu große Schneelasten und auch die Bildung von Eiszapfen zu verhindern. Sie werden nach [DEVI 2006] bei Dächern mit starker Dachneigung unterhalb des Schneefanggitters verwendet, oder auch um die Schneelasten zu reduzieren.

Dachheizungen werden z.B. von AEG Haustechnik und der Fa. DEVI angeboten.

Die spezifische Heizleistung beträgt etwa 30 W pro Meter Heizleitung. Die Ein- und Ausschaltung erfolgt Temperatur- und Feuchte-gesteuert oberhalb des Gefrierpunktes von Wasser mit Hilfe eines Temperatur- und Feuchtesensors [Bauzentrale 2006].

Über die Verbreitung und den Stromverbrauch von Dachheizungen liegen keine Angaben vor.

---

25 Hieran sieht man, dass die Angabe in [Recknagel] schon älter ist. 2008 ist von einem Strompreis von mindestens 0,18 €/kWh auszugehen.

26 Christliches Jugenddorf in Oldenburg (Wohnheim für Auszubildende der EWE)

27 Christliches Jugenddorf in Oldenburg (Wohnheim für Auszubildende der EWE)

Dachrinnenheizungen sollen Dachrinnen eisfrei halten, die Bildung von Eiszapfen verhindern und für einen störungsfreien Abfluss von Tauwasser sorgen. Anbieter sind z.B. die AEG Haustechnik und DEVI.

Die Leistung beträgt ca. 25 oder 30 W/m Heizleitung. Empfohlen wird, zwei Heizleitungen pro laufenden Meter Dachrinne zu verlegen.

Stromverbrauch/Energiekosten

Beispielhafte Betrachtung: Bei einem Gebäude mit zwei Dachrinnen a 40 m ergibt sich eine Heizleitung von 160 m und eine elektrische Anschlussleistung von (160 m Heizleitung * 25 W/m =) 4 kW. Bei 2.000 Betriebsstunden pro Winter[28] ergibt sich ein Stromverbrauch von 8.000 kWh/a. Hinzu kommt der Eigenbedarf zur Steuerung von ca. 200 kWh/a. Der spezifische Stromverbrauch pro m² Gebäudenutzfläche hängt davon ab, auf wie viel m² Gebäudenutzfläche der Stromverbrauch der Dachrinnenheizung zu verteilen ist. Bei einem Gebäude z.B. 1.320 m² A_N insgesamt ergibt sich ein Strombedarf von ca. 6 kWh/(m²*a). Umgerechnet in Primärenergie sind dies 16,2 kWh pro m² A_N und Jahr. Die Stromkosten betragen dann etwa 1.600 €, also pro lfm Dachrinne ca. 10 €. Wenn aus Sicherheitsgründen nicht auf die Dachrinnenheizung verzichtet werden soll und andere Maßnahmen nicht möglich sind, könnte zumindest die beheizte Strecke minimiert sowie die Einschaltdauer optimiert werden. Dadurch ließe sich u.U. eine Reduktion um 75 % erzielen.

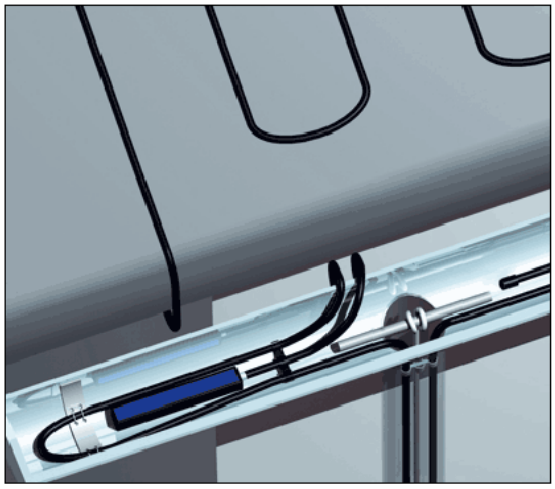


Abbildung 16 Steildachheizung und Dachrinnenheizung
Quelle: Produktinformation der AEG Haustechnik

4.4.2.3 Rohrbegleitheizungen

Rohrbegleitheizungen sollen Rohre im Außenbereich und in unbeheizten Räumen vor dem Einfrieren schützen. Anbieter sind z.B. AEG Haustechnik und DEVI.

Über die Verbreitung und den Stromverbrauch von Rohrbegleitheizungen liegen keine Angaben vor.

[28] Bei Gebäuden in schneereichen Regionen (15. November bis 20.März; 125 Tage, 24 Stunden pro Tag) ergeben sich sogar 3.000 Stunden.

4.4.3 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Modernisierung: Wenn ein elektrisches Heizsystem zur Eis- und Schneefreihaltung vorgefunden wird, sollte nach Möglichkeiten der Abschaltung / Abschaffung gesucht werden.

Die Funktionen „Vermeidung von Rutschgefahr bei Schnee und Eis“ sowie die Gefahr durch Eisfall/Eiszapfen sollten durch passive Maßnahmen wie Überdachungen erreicht werden können. In anderen Fällen kann auch eine Umstellung auf Warmwasserheizungen zielführend sein, z.B. für Podeste oder Tiefgaragenrampen.

Wo eine Abschaffung bzw. Umstellung nicht möglich ist, ist der elektrisch beheizte Bereich auf das absolute Minimum zu beschränken. Um vor Eisfall/Eiszapfen zu schützen, reicht eine Begrenzung der Dachrinnenheizung auf den gefährdeten Bereich.

Für die Steuerung ist eine kombinierte Temperatur- und Feuchte geführte Steuerung vorzusehen. Dabei müssen die Schalteinstellungen für den Anlagenbetreiber auch nach dem Einbau frei wählbar sein, um die Werkseinstellungen dem individuellen Bedarf anpassen zu können.

Ferner ist zu prüfen, ob die möglicherweise vorhandenen Sensoren noch funktionieren.

Die Energieeinsparung ist durch Abschaffung der Außenheizung natürlich am größten. Das zweitgrößte Einsparpotenzial besteht in der bedarfsgerechten Steuerung (Feuchte- und Temperatur). Dies kann den Verbrauch und die Kosten halbieren.

Sinnvoll ist es, den Verbrauch der Außenheizung über einen eigenen Stromkreiszähler zu erfassen und zu beobachten.

Nach dem Einbau einer Feuchte- und Temperatur-Regelung sollten die Werkseinstellungen dem individuellen Bedarf angepasst werden. Nach [DEVI 2007] sollte man zur Reduktion des Energieverbrauchs einstellen:

- *Eine niedrige Standby-Temperatur wählen* (die Standby-Temperatur z.B. – 3 °C wird vom Heizsystem ständig gehalten, auch bei trockener Fläche). Energetische Verbesserung: Um die Einschaltdauer / den Energieverbrauch zu minimieren, sollte man die Standby-Temperatur auf einen niedrigen Wert einstellen, z.B. -20°C.
- *Eine niedrige Abtautemperatur wählen* (Beträgt die Abtautemperatur z.B. 4 °C, wird das Heizsystem aktiviert, wenn die Temperatur unter 4 °C fällt und gleichzeitig Feuchte vorhanden ist).
- *Die Feuchteempfindlichkeit auf einen höheren Wert einstellen*. Mit der Einstellung der Feuchteempfindlichkeit kann die Schwelle trocken/feucht verändert werden. Eine niedrige Einstellung bedeutet empfindlich, eine hohe Einstellung bedeutet unempfindlich.
- *Die Nachheizzeit ganz unterdrücken.* Eine Nachheizzeit sorgt dafür, dass auch noch geheizt wird, wenn beide Fühler abgetrocknet sin. Werksseitig könnte z.B. 1 Stunde eingestellt sein.

Weitere technische Innovationen zur Energieeinsparung bei elektrischen Heizsystemen zur Eis- und Schneefreihaltung sind nicht bekannt. Wenn welche kämen oder vorhanden wären, dürften sie sich auf eine verbesserte bedarfsgerechte Steuerung beziehen, z.B. zur Berücksichtigung des Wettertrends.

Neubau: Nach Möglichkeit auf elektrische Heizsysteme zur Eis- und Schneefreihaltung verzichten. Analoge Anwendung der Empfehlungen unter „Modernisierung“.

Zusammenfassung: Was tun bei Modernisierung bzw. Neubau?

Bestand	jederzeit	• Bedarfsgerechte und energieeffiziente Einstellung der Regelparameter vornehmen • Vorhandene Systeme anhand der genannten Kriterien überprüfen und modernisieren • Stromkreiszähler nur für Heizstrom vorsehen und Verbrauch überwachen; in die Hausüberwachung einbeziehen
	bei Modernisierung	• Heizungen im Außenbereich vermeiden • Passive Sicherheitsmaßnahmen durchführen, z.B. Vordächer über gefährdeten Eingängen statt Dachrinnenheizung • Wasserbeheizte Systeme einsetzen, z.B. bei Tiefgaragenrampen • Einsatz auf unbedingt notwendigen Bereich beschränken. Dachrinnenbeheizung z.B. nur direkt über den gefährdeten Eingängen, nicht rum um das Haus • Kombinierte Feuchte- und Temperaturregelung mit frei wählbaren und veränderbaren Einstellpunkten vorsehen • Bedarfsgerechte und energieeffiziente Einstellung der Regelparameter vornehmen • Einen Stromkreiszähler nur für den Heizstrom vorsehen und den Verbrauch überwachen; in die Hausüberwachung einbeziehen
Neubau	während Planung	• wie Modernisierung

Tabelle 13 Was tun bei Modernisierung / Neubau bzgl. elektrischer Systeme zur Eis- und Schneefreihaltung?

5 Kurzbetrachtung weiterer Geräte, Anlagen und Anwendungen

5.1 Radio- und TV- Empfang

5.1.1 Rechtliche Anforderungen

Es sind keine rechtlichen Anforderungen bekannt, die direkt Einfluss auf den Stromverbrauch haben.

5.1.2 Beschreibung von Systemvarianten

In Mehrfamilienhäusern wird der Empfang von Radio- und TV-Signalen oft vom Hauseigentümer für die einzelnen Wohnungen vorbereitet. Zu unterscheiden sind im Wesentlichen

- Konventionelle Antennen (terrestrischer Empfang, DVBT-Empfang)
- Kabelanschluss (meist pro Hauseingang)
- Satellitenempfang.

Dabei werden Kopfstationen oder Verstärker eingesetzt, deren Energieverbrauch über einen Allgemeinstromzähler abgerechnet wird. Die eigentlichen Radio- bzw. TV-Geräte laufen dagegen über die Stromzähler der einzelnen Mietparteien; die Stromkosten des individuellen Satellitenempfangs (Balkon-Satellitenschüsseln) ebenfalls.

5.1.2.1 Konventionelle Antenne (terrestrischer Empfang)

Der terrestrische Empfang ist die herkömmliche Empfangsart über die klassische Antenne. Im Jahre 2003 sollen jedoch nur noch etwa 10 % der Haushalte TV- und Radiosignale terrestrisch empfangen haben [Cremer et al. 2003].

Seit 2005 werden in Deutschland zunehmend analoge durch digitale Signale ersetzt. Die Darstellung dieser Signale benötigt eine spezielle Umwandlung, die typischerweise individuell in den Wohnungen durch DVBT-Receiver vorgenommen wird. Bei neuen TV-Geräten sind diese Receiver oft bereits integriert.

Stromverbrauch/Energiekosten

Die über eine Dachantenne empfangenen Signale werden durch einen Antennenverstärker verstärkt. Pro Gebäude wird ein Antennenverstärker benötigt. Je mehr Endgeräte es gibt, desto größer muss die Verstärkerleistung sein. Die Verstärker nehmen 8.760 Stunden pro Jahr annähernd die gleiche Leistung ab, unabhängig vom Fernsehverhalten. Sie werden nicht ein-/ausgeschaltet.

Die Leistungsaufnahme wird in [BMWA 2005, S. 22], [Böde 2000, A1], [Cremer et al. 2003] mit 4 W angegeben, bei [Cremer et al. 2003] mit 8 bis 13 W. Im Rahmen unseres Forschungsprojekts wurden andere Werte gemessen, z.B. Leistungsaufnahme ca. 1 W (Baujahr 1979), 1,6 W (Baujahr unbekannt).

	Leistung	Laufzeit	Stromverbrauch		Energiekosten		Bemerkungen
			bei 1.320 m²-Haus	pro m²	bei 1.320 m²-Haus	pro m²	
	W	h/a	kWh/a	kWh/(m²a)	€/a	€/(m²*a)	
konventionelle Geräte im Bestand	1 bis 20	8.760	9 bis 175	< 1	1,80 € bis 35 €	< 0,01 bis 0,03	für DVBT-Signale zusätzlich in den Wohnungen Receiver erforderlich
Neue konventionelle Geräte	1 bis 20	8.760	9 bis 175	< 1	1,80 € bis 35 €	< 0,01 bis 0,03	für DVBT-Signale zusätzlich in den Wohnungen Receiver erforderlich
Innovationen	?	?	?		?	?	Keine bekannt, die von Architekten gewählt werden können

Tabelle 14 Stromverbrauch von Antennenverstärkern

Der Stromverbrauch wird im Wesentlichen durch die integrierten Netzteile beeinflusst.

5.1.2.2 „Kabelfernsehen“

Im Jahre 2003 soll etwas mehr als die Hälfte aller Haushalte TV- und Radiosignale über Breitbandverteilnetze („Kabelfernsehen“) empfangen haben. Nach [Cremer et al. 2003] gibt es in Deutschland 2003 etwa 18,1 Mio. an das Kabelnetz angeschlossene Wohneinheiten.

Die Signale werden dem Gebäude durch ein Kabel von der Straße zugeführt. Im Haus befindet sich zunächst ein Hausübergabepunkt (HÜP). Seit 1999 werden diese von den Kabelnetzbetreibern bzw. deren Beauftragten installiert (davor: Deutsche Telekom AG bzw. Deutsche Bundespost). Dieser hat noch keine Leistungsaufnahme aus dem Allgemeinstromnetz. Der HÜP gehört in den Einflussbereich des Kabelnetzbetreibers. Hinter dem Hausanschluss wird in MFH ein aktiver Verstärker installiert. Dieser gleicht einem Antennenverstärker für terrestrischen Empfang. Pro Gebäude bzw. pro Hausanschluss wird ein Verstärker benötigt. In der Regel wird pro Hauseingang ein Kabelfernsehen-Hausanschluss hergestellt.

Die Verstärker nehmen 8.760 Stunden pro Jahr annähend die gleiche Leistung ab, unabhängig vom Fernsehverhalten. Sie werden nicht ein-/ausgeschaltet.

Zunehmend wird eine neue Generation von „Kabelfernsehen“ eingesetzt, die eine Rückeinspeisung von Signalen erlaubt. Dazu wird pro Hauseingang ein rückkanalfähiger Verstärker benötigt, der das ganze Jahr über durchläuft.

Stromverbrauch/ Energiekosten

Im Rahmen unseres Forschungsprojekts wurden folgende Leistungsaufnahmen gemessen:

- Hausanschlussverstärker BK, Hersteller Wisi, Typ VX 64, Baujahr 1994 oder später: 2,6 W.
- Hausanschlussverstärker BK, Hersteller Hirschmann, Typ GHV 30, Baujahr 1994 oder später: 4,6 W.

5.1.2.3 Satellitenempfang

Im Jahre 2003 soll etwa ein Drittel der Haushalte TV- und Radioempfang über Satelliten empfangen haben [Cremer et al. 2003].

Hier gibt es Untervarianten: a) die Selbstversorgung der Mieter, z.B. durch auf dem Balkon aufgestellte eigene Satellitenschüsseln oder b) die zentrale Versorgung über eine vom Hauseigentümer gestellte Anlage. Hier wird nur dieser Fall b) betrachtet.

Für diesen Fall der Signalbereitstellung durch den Haueigentümer gibt es zwei Konzepte. Üblicherweise wird für Gebäude bis 8 Wohneinheiten das Konzept „Multiswitch“ verwendet, für größere Gebäude das Konzept „Kanalaufbereitung/Kopfstation“.

Konzept Multiswitch / LNB

Die von der Satellitenschüssel aufgefangenen Signale werden durch die Form der Schüssel gebündelt und von einem LNB (Low Noise Block Converter) aufgefangen. Die Signale werden durch den Multiswitch mit eingebautem Verstärker verstärkt und über Kabel in die Wohnungen geleitet. Jede Empfangsstelle benötigt einen eigenen Satelliten-Receiver (der nicht mehr zum Allgemeinstromverbrauch gehört und somit hier nicht betrachtet wird) und ein eigenes Koaxialkabel, das direkt vom Multiswitch kommt. Mit einem Multiswitch können bis zu 2 Satelliten empfangen werden. Pro Satellit ist ein LNB nötig.

Ein handelsüblicher LNB hat eine Leistungsaufnahme von ungefähr sechs Watt, nach [Cremer et al. 2003] ca. 4 W. Energieeffizientere Multiswitches schalten LNBs ab, wenn kein Programm von deren Satelliten empfangen wird. Messungen im Rahmen unsers Forschungsprojekts ergaben ein anderes Bild: 1 Verstärker mit Multiswitch, 2 LNB, 8 Ausgänge, Baujahr: ca. 2000: 19 W; ohne LNBs: 5 W, mit 1 LNB: 12 W.

	Leistung	Laufzeit	Stromverbrauch		Energiekosten	
			bei 500 m²-Haus	pro m²	bei 500 m²-Haus	pro m²
	W	h/a	kWh/a	kWh/(m²a)	€/a	€/(m²*a)
konventionelle Geräte im Bestand	4-19	8.760	35-166	< 1	7 bis 33	0,01 bis 0,07
Neue konventionelle Geräte	4-19	8.760	35-166	< 1	7 bis 33	0,01 bis 0,07
Innovationen (abschaltbare LNBs)	?	< 8.760 (nach Verhalten)	< 35 -150	< 1	< 7 - 30	< 0,01 bis 0,06

Tabelle 15 Stromverbrauch von Satellitenfernsehen (Konzept Multiswitch)

Konzept Kanalaufbereitung / Kopfstation

Bei größeren Gebäuden (ab 16 Empfangsstellen/ 8 Wohnungen) wird das von der Satellitenschüssel empfangene Signal vom LNB in eine Kanalaufbereitung/Kopfstation geleitet. Hier wird für jedes zu empfangende Programm ein spezieller hochwertiger Satellitenreceiver benötigt, der als Steckkarte in die Kopfstation eingesetzt wird. In dieser befindet sich das Netzteil. Die Receiver wandeln das Signal in ein Signal um, das von jedem Fernseher empfangen werden kann. Der Betreiber kann entscheiden, welche Sender empfangen werden sollen. Zusätzlich können hier auch Radioprogramme, terrestrische TV-Signale und eigene Video-Signale eingespeist werden („Infokanäle“, z.B. in Ferienanlagen und Hotels). Das Hausnetz ist hier aufgebaut wie bei einem Empfang über die terrestrische Antenne oder das Breitbandkabel. Bei großen Wohnanlagen wird das Signal oft noch durch Zwischenverstärker verbessert.

Im Rahmen unseres Forschungsvorhabens wurde ein Gebäude mit Kopfstation vermessen. Hierbei stellte sich heraus, dass in einem Ferienanlagen-Wohnhaus (101 Appartments a 35 m²) zwei Kopfstationen und zwei Hausanschluss- und Linienverstärker betrieben wurden mit folgenden Werten:

1. Hersteller: Kathrein, Typ UFO compact, 8 Einschübe, Leistungsaufnahme 70,5 W, Einschaltdauer 8.760 h/a.

2. Hersteller Grundig, Typ STC 850, 8 Einschübe, Leistungsaufnahme 72 W, Einschaltdauer 8.760 h/a.

3. Hersteller Spann, Typ HLV 35 F, Leistungsaufnahme 11,3 W, Einschaltdauer 8.760 h/a.

4. TV-Umsetzer/ Netzteil. Hersteller: Kathrein, Typ UFN 500, Leistungsaufnahme 51,8 W, Einschaltdauer 8.760 h/a.

	Leistung	Laufzeit	Stromverbrauch		Energiekosten		Bemerkungen
			bei x m²-Haus	pro m²	bei x m²-Haus	pro m²	
	W	h/a	kWh/a	kWh/(m²a)	€/a	€/(m²*a)	
konventionelle Geräte im Bestand	70,5 + 72 +22,6+ 51,8	8.760	1.900 für 3.535 m² Wohnfläche	< 1	380	0,108	1 vermessenes Gebäude mit 4 Komponenten
Neue konventionelle Geräte		8.760		< 1			

Tabelle 16 Stromverbrauch von Satellitenfernsehen (Konzept Kanalaufbereitung / Kopfstation)

5.1.3 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Zusammenfassung: Was tun bei Modernisierung bzw. Neubau?

Bestand	jederzeit	• - (nicht wirtschaftlich)
	bei Modernisierung	• Bei terr. Empfang und Kabel-TV: Antennenverstärker mit kleiner Leistung wählen • Bei zentralem Sat-Empfang in kleinen MFH: abschaltbare Multiswitch wählen
Neubau	während Planung	• wie Modernisierung

Tabelle 17 Was tun bei Modernisierung / Neubau bzgl. Radio- und TV-Empfang?

5.2 Sicherheit

5.2.1 Videoüberwachung (Kameras, Monitore, Rechner, Steuerung)

Video-Überwachungsanlagen in Mehrfamilienhäusern werden in Deutschland bislang nur selten vorhanden sein. Ihr Einsatzgebiet dürfte sich z.T. auf soziale Brennpunkte (Conciersloge) und z.B. Tiefgaragen beschränken. Strom verbrauchende Komponenten einer Videoüberwachungsanlage sind die Kamera(s), Aufzeichnungsgerät(e), Monitor(e) und ggf. ein Steuergerät für die Veränderung des Blickfels.

5.2.1.1 Stromverbrauch

Bei herkömmlichen Videoüberwachungsanlagen sind Kamera und Aufzeichnungsgerät getrennte Einheiten. Eine herkömmliche Kamera hat eine Leistungsaufnahme zwischen 5 und 8 W. Manche Kameras werden beheizt, um ein Beschlagen der Linse zu verhindern. Diese Heizung läuft mit Temperaturregelung, sobald es z.B. unter 10°C ist, läuft die Heizung. Die Leistungsaufnahme solcher Kameras beträgt zwischen 5 und 40 W.

Die Kamera(s), das Aufzeichnungsgerät und die Monitore sind im Normalfall das ganze Jahr über im Einsatz (8.760 h). Das Aufzeichnungsgerät zeichnet i.d.R. erst dann auf, wenn die Kamera eine Pixelveränderung wahr nimmt. Die Leistungsaufnahme des Aufzeichnungsgerätes kann bis 60 W betragen. Die Leistungsaufnahmen der Monitore sind bauartabhängig, bei heutigen LCD-Monitoren beträgt sie 20-60 W.

Bei Kameras im Außenbereich mit Schwenk- bzw. Neigungstechnik wird die Mechanik beheizt. Hierzu ist von Leistungsaufnahmen um 40 W auszugehen.

Quellen: [29]

5.2.1.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Bei der Neuanschaffung von Videoüberwachungsanlagen sollten Kameras eingesetzt werden, die kein externes Aufzeichnungsgerät benötigen. Bei Monitoren sollten besonders Strom sparende Modelle benutzt werden. Wo möglich, ist bei Kameras auf eine Schwenk- und Neigetechnik zu verzichten, die beheizt werden muss. In manchen Kameras ist das Aufzeichnungsgerät enthalten. Hier können z.B. die Bilder auf eine Speicher-

[29] Persönliche Mitteilungen von Mitarbeitern von Mobotix, ABUS Security-Center und Grothe im April und Nov. 2008

karte aufgezeichnet werden. Die Kamera läuft 8.760 h/a, die Aufzeichnung findet nur statt, wenn die Kamera eine Pixelveränderung wahr nimmt. Neue Kameras kommen mit einer Leistungsaufnahme von 3-5 W aus.

5.2.2 Einbruchalarmanlage

Anlagen zum automatischen Melden von Einbrüchen sind im reinen Mehrfamilienhausbereich selten vorhanden, in gemischt genutzten Gebäuden sind sie dagegen nicht selten. I.d.R. werden sie dann jedoch über den Stromzähler des einzelnen Nutzers betrieben.

Eine Alarmanlage zum Schutz vor Einbrüchen hat folgende Strom verbrauchende Komponenten: Es wird ein Bedienteil im Haus benötigt, Detektoren zum Registrieren des Einbruchs (Bewegungsmelder oder –sensoren) und je nach Ausführung eine Alarmsirene oder eine Blitzleuchte. Es gibt auch Alarmanlagen, bei denen der Nutzer per Handy auf den Einbruch hingewiesen wird. In Wohnhäusern wird eine Einbruchsalarmanlage häufig durch einen Bewegungsmelder gesteuert. Es gibt auch die Möglichkeit einen Erschütterungssensor zu installieren oder mit einem Glasbruchmelder zu arbeiten. [Dantotec 2004]

5.2.2.1 Stromverbrauch

Über die Leistungsaufnahme und den Verbrauch des Bedientableaus sind keine Angaben zu finden. Die Ruheleistung eines Bewegungsmelders liegt bei ca. 0,08-0,21 W. Im Betrieb hat der Melder einen Eigenbedarf von ca. 1 W. [ABUS 2008], [Secplan 2008]

Die Leistungsaufnahme einer Alarmsirene liegt im Standby-Betrieb bei ca. 1 W; es gibt auch Anlagen, die im Standby keine Leistungsaufnahme haben. Im Alarmzustand ist es stark davon abhängig, ob nur ein Licht- oder ein Tonsignal kommt. Hier schwankt die Leistung zwischen 2 und 9 W. Ist ein Kompaktgerät mit beidem installiert, können auch 22 W erreicht werden. Als Innovation sind Solar-Funkaußensirenen bereits auf dem Markt. [Secplan 2008]

Wir haben eine Alarmanlage gemessen: Dort ergab sich eine Leistungsaufnahme von 14 W in der Bereitschaft. Im Jahr somit 122 kWh. Abgesichert wurde eine Fläche von 500 m², wobei sich ein Stromverbrauch von 0,244 kWh/(m²*a) ergibt.

5.2.2.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Bei Modernisierung auf geringen Standby-Stromverbrauch achten.

5.2.3 Rauch- und Brandmeldeanlage (BMA)

Zentrale (d.h. über den Allgemeinstromzähler laufende) Anlagen zum Melden von Rauch und Bränden sind in Mehrfamilienhäusern bisher eher vereinzelt vorhanden. In Wohnheimen sind sie Standard.

Immer mehr Bundesländer schreiben in ihren Bauordnungen eine Pflicht zur Installation von Rauchwarnmeldern in den Neubau-Wohnungen. In manchen Bundesländern besteht ab einem bestimmten Datum eine Nachrüstpflicht für den Bestand. Auch wenn ihr Stromverbrauch über die Haushaltsstromzähler der Mieter abgerechnet wird, gehört ihr Verbrauch dennoch zum Infrastrukturstromverbrauch. Er ist ja vom Mieter nicht beeinflussbar.

Zu unterscheiden sind Anlagen mit automatischer Detektierung über Rauch- oder Flammenmelder und Anlagen zur manuellen Feuermeldung. Die Signale werden übertragen und ausgewertet, die Schlusseinheit sind Endgeräte, die die Information an die Anwender oder die Feuerwehr weitergeben. [JIMI CZ 2005]

Automatische Brandmeldeanlagen sind meist mit der Steuerung von Schutzeinrichtungen und Betriebsmitteln gekoppelt. Wird ein Brand detektiert, werden auch Anlagen wie z.B. die stationäre Löschanlage ausgelöst, die Rauch- und Wärmeabzugsanlage wird geöffnet und die Klima- und Lüftungsanlagen werden abgeschaltet. [Bauer 2000]

Rauchmeldeanlagen können auf verschiedene physikalische Signale ansprechen. Man unterscheidet optische, Ionisations- und Wärmemelder. Außerdem können Flammenmelder eingesetzt werden, die auf infrarote Strahlung der Flammen reagieren. [Bauer 2000]

5.2.3.1 Stromverbrauch

Über den Stromverbrauch von zentralen Rauch- und Brandmeldeanlagen ist kaum etwas bekannt. Die Melder benötigten voraussichtlich in jedem Zustand weniger als ein Watt. Werden sie batteriebetrieben, liegt die Stromstärke im Standby bei 22-28 uA, im Alarmzustand etwa bei 25 mA. Netzangeschlossene Systeme haben eine ähnliche Standby-Leistung.[30] Bei zentralen Rauch- und Brandmeldeanlagen wird es eine zentrale Stromeinspeisung über einen Transformator geben (Netzteil).

5.2.3.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Soweit die Anlagen über Transformatoren betrieben werden, ist auf eine geringe Leistungsaufnahme zu achten. Hier sollten hochwertige Netzteile eingesetzt werden.

5.2.4 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA)

Eine RWA dient dazu, im Brandfall Rauch und Wärme durch Lüftung abzuführen. Dazu werden definierte Öffnungen (z.B. Dachkuppeln) im Brandfall automatisch maschinell geöffnet. Die Bauordnungen der Bundesländer schreiben unter bestimmten Bedingungen Rauchabzugsvorrichtungen vor. So müssen bei Fahrschächten für Aufzüge, bei Treppenräumen von Gebäuden mit mehr als fünf oberirdischen Geschossen und generell bei innen liegenden Treppenräumen an der obersten Stelle Rauchabzugsöffnungen eingebaut werden. [BremLBO]

Es gibt RWA, bei denen die Kraft zur Öffnung z.B. einer Dachkuppel pneumatisch durch CO_2-Druckgas erbracht wird. In offenbar den meisten Fällen werden jedoch Elektromotoren verwendet. Diese müssen netzunabhängig (also auch bei Stromausfall) funktionieren, was meist durch eine 24 V-Anlage auf der Basis von Akkus sichergestellt wird.

5.2.4.1 Stromverbrauch

Der Brandfall ist natürlich die Ausnahme. Jedoch werden 95 % der RWA auch zur normalen Lüftung benutzt.[31]

Zu den Strom verbrauchenden Komponenten von RWA gehören eine Zentrale (die am 230 V-Netz angeschlossen ist), eine Akkuanlage als zweite Stromquelle, Schalter (Sensoren, Taster) und elektrische Antriebe für die Öffnungen; optional sind Rauchmelder. Die Akkus werden über einen Impuls im Minutenbereich getestet bzw. probeweise belastet und ggf. nachgeladen. Es ist eine Ruhestromüberwachung notwendig. Auf Signal der Rauchmeldeanlage oder der Zentrale werden mit Hilfe elektromotorischer Antriebe Öffnungen in der Fassade oder in der Dachfläche geöffnet und die Rauchgase abgeleitet.

---

30 Persönliche Mitteilung Hr. Braun, Fa. Merten, Nov. 2008.

31 Persönliche Mitteilung Hr. Jahn von Fa. D+H Mechatronic, April 2008

Bei modernen Systemen für eine Fahrstuhlschachtentrauchung bei 7 Stockwerken betragen die Stromkosten ca. 25 € pro Jahr; der Stromverbrauch liegt also bei etwa 125 kWh/a.[32] Wir haben eine RWA-Anlage für ein Treppenhaus gemessen. Dabei wurde die Lichtkuppel nicht zum Lüften verwendet. Die Leistungsaufnahme im Bereitschaftsbetrieb lag bei nahe 0 W.

5.2.4.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Mögliche Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs sind unklar.

5.3 Telefon

Bei Wohngebäuden gibt es i.d.R. pro Hauseingang ein Telefon-Anschlusskabel, das ins Gebäude geführt wird und z.B. im Hausanschlussraum in einem Anschlusskasten endet. In Wohngebäuden gibt es i.d.R. keine vom Hauseigentümer gestellten Haustelefonanlagen. Die Stromversorgung von Telekommunikations-Endgeräten erfolgt heute bei den vielfach verwendeten Funktelefonen in den einzelnen Wohnungen über Strom, der durch den Wohnungszähler gezählt wird; dieser Strom gehört nicht zum Allgemeinstrom. Sonderfälle können sehr große Gebäude mit Telefonverstärkern im Gebäude sein.

5.4 Lüftungsanlagen

Maschinelle Anlagen zur Be- und Entlüftung, die dem Gemeinbedarf dienen und über den Allgemeinstromzähler laufen, sind z.B. vorhanden für

- Waschküchen
- Räume zum Wäsche trocknen
- zur Entlüftung von Kellern in Radon belasteten Gebieten
- für Tiefgaragen.

5.4.1 Stromverbrauch und Stromkosten von Lüftungsanlagen

Der Betrieb von Lüftungsanlagen verursacht im Verhältnis zu den Investitionskosten hohe Energiekosten: Nach [LGA BaWü 2002] betragen die Energiekosten von Ventilatoren ca. 90 % der Kosten, die diese Anlagen in einem Zeitraum von 10 Jahren verursachen – nur die restlichen 10 % sind durch die Investitionsbeträge und Wartung bedingt. Bei der Planung von Lüftungsanlagen müssen deshalb die Energiekosten viel höher bewertet werden als die Investitionsbeträge.

Zum Stromverbrauch von Lüftungsanlagen für Waschküchen, Wäsche-Trocknen-Räume, zur Entlüftung von Kellern in Radon gefährdeten Gebieten und zur Tiefgaragenentlüftung liegen keine Literaturangaben vor.

Im Vergleich zur Be- und Entlüftung und Klimatisierung von gewerblichen Räumen, Versammlungsstätten u.ä. sind die Stromverbräuche für Gemeinschaftslüftungsanlagen bei Mehrfamilienhäusern am unteren Ende anzusiedeln. Dies beruht einerseits darauf, dass nur selten eine Erwärmung, Be- und Entfeuchtung der Zuluft stattfinden muss, andererseits die Lüftung ggf. nicht permanent, sondern nur kurze Zeit stattfindet (z.B. Entlüftung von Tiefgaragen bei Überschreitung eines bestimmten CO-Wertes).

---

[32] Persönliche Mitteilung Hr. Jahn von Fa. D+H Mechatronic, April 2008

Für einen 15 m² -Wäsche-Trocknen-Raum kann von einem Stromverbrauch von 75 kWh/a bzw. 15 €/a Stromkosten ausgegangen werden.[33]

5.4.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs von Lüftungsanlagen

Verschiedene Beispiele zeigen, dass die erzielten Energieeinsparungen zwischen 33 und 67 % betragen [LGA BaWÜ 2002]

5.4.2.1 Rechtliche Anforderungen

Für Lüftungsanlagen bestehen vor allem Anforderungen, die die Hygiene betreffen, z.B. an die Funktionalität von Filtern. Sie betreffen indirekt den Stromverbrauch: Verunreinigte Filter erhöhen den Stromverbrauch. Insofern dient jede Filterreinigung auch der Reduktion der Energiekosten.

Bei Tiefgaragen gibt es spezielle Regeln, vgl. [Pistohl 2007 b]

5.4.2.2 Maßnahmen

Die Auswahl des Ventilators ist von großer Bedeutung. [LGA BaWÜ 2002] Die besten Wirkungsgrade werden mit rückwärts gekrümmten Laufschaufeln erreicht. Bei der Antriebsart unterscheidet man Riemenantrieb und Direktantrieb. Unter den Riemenantrieben sind besonders die Flachriemenantriebe zu empfehlen, weil sie im Vergleich zu Keilriemen einen höheren Wirkungsgrad aufweisen (97-98 % im Vergleich zu 90 – 95 %). [LGA BaWÜ 2002].

Werden verschiedene Volumenströme benötigt, so sollte man über Frequenzumrichter drehzahlgeregelte Elektromotoren verwenden.

Elektromotoren weisen seit einigen Jahren eine Kennzeichnung der Effizienz auf: EFF 3, EFF 2 und EFF 1. Die beste Klasse ist EFF 1.

5.4.2.3 Lüftungsanlagen zur Reduktion der Radonbelastung

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das in Deutschland an vielen Orten (vor allem Bergbauregionen) aus dem Untergrund und von dort ggf. in Gebäude entweicht. Vom Bundesamt für Strahlenschutz ist eine entsprechende Karte erhältlich. [BfS 2008] In Deutschland gilt es als die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs. [Helmholtz 2007]

Für verschiedene Regionen und Gemeinden gibt es Handlungsempfehlungen, um eine Anreicherung in Aufenthaltsräumen zu vermeiden. Zu den wichtigsten Maßnahmen gehört die Verdünnung, die wiederum durch Lüftung erreicht wird.

Um ein Eindringen des Radons aus dem Untergrund in ein Gebäude zu verhindern, werden verschiedene Maßnahmen empfohlen, z.B.

- die Abdichtung von Böden und Wänden im erdberührten Bereich durch radondichte Folien, Beschichtungen usw. [Hagen 2007]
- der Einbau von Ventilatoren zur Unter- oder Überdruckerzeugung, um den Radoneintrag in Aufenthaltsräume zu minimieren. [Hagen 2007].

Bei Überschreitung von 1.000 Bq/m³ wird eine Sanierung empfohlen, zu der z.B. die Anlage eines Radonbrunnens im Kellerboden bzw. in der Bodenplatte mit Absaugung der

[33] 20 W-Abluftventilator, Betriebszeit 365 d/a * 10 h/d. Eigene Schätzung

Bodenluft oder der Einbau eines Drainagesystems unterhalb der Bodenplatte mit Absaugung der Bodenluft gezählt wird [Hagen 2007]. Wo eine solche Anlage bei Mehrfamilienhäusern vorhanden ist, wird ihr Stromverbrauch dem Allgemeinstromverbrauch zugerechnet werden.

Angaben zum Stromverbrauch sind uns nicht bekannt. Wir schätzen den Stromverbrauch pro Ventilator auf ca. 350 kWh/a.[34]

Abbildung 17 **Radon-Drainage**
Quelle: [BfS 2005]

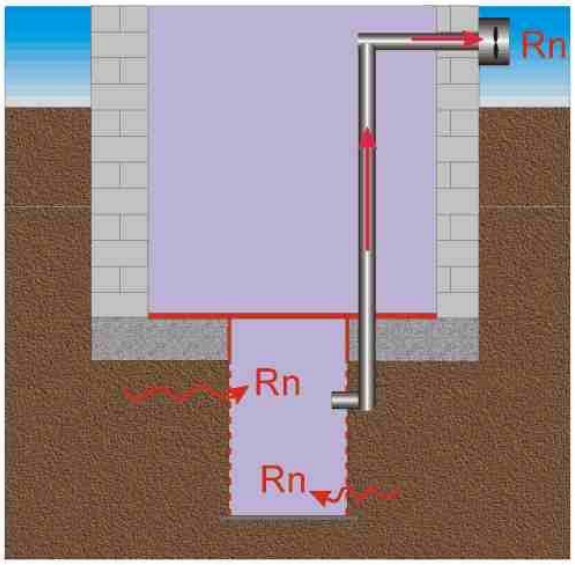


Abbildung 18 **Radonbrunnen mit Lüftungsanlage**
Quelle: [Kemski et al. 2008]

[34] Angenommene Leistungsaufnahme 40 W, Betriebsdauer 8760 h/a

5.4.3 Zusammenfassung: Was tun bei Neubau bzw. Modernisierung?

Bestand	jederzeit	• Nachrüstung einer bedarfsgerechten Regelung (Zeittaktung, gleitender Betrieb, zyklischer Betrieb, bedarfsgerechter Betrieb [z.B. im Wäsche-Trocknen-Raum nach Luftfeuchtigkeit], in Tiefgarage nach CO-Gehalt) • regelmäßige Wartung von Filtern und Leitungen (verstopfte führen zu deutlich höherem Energieverbrauch)
	bei Modernisierung	• sorgfältige Planung unter besonderer Berücksichtigung der Energiekosten • kurze Gesamtleitungslängen von Luftleitungen • Möglichst große Luftleitungsquerschnitte • Keine sprunghaften Kanalerweiterungen • Ausblasung auf der Lee-Seite • Verwendung von Flachriemenantrieben • Verwendung von Ventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln • Verwendung von Motoren der Energieeffizienzklasse EFF 1 • durchdachte, bedarfsgerechte Regelstrategie
Neubau	während Planung	• wie Modernisierung

Tabelle 18 Was tun bei Modernisierung / Neubau bzgl. Lüftungsanlagen?

5.5 Garagen, Tiefgaragen

5.5.1 Garagentore

Bei Garagentoren gibt es mehrere Ausführungsvarianten:

- Rolltore
- Kipptore
- Sektionaltore
- Schiebe- bzw. Seitenlauftore.

Der Stromverbrauch des motorischen Antriebs eines Tores differiert. Er ist abhängig von der Torart, der Öffnungs- bzw. Schließgeschwindigkeit und von der Torblattfläche. Werden Tore für einzelne Stellplätze eingebaut („Parkkäfige“), die nicht häufig geöffnet werden, kann eine Leistung von 100-120 W ausreichen. [35]

Es gibt kleinere Tore mit etwa 9 m² Torblattfläche, die mit 200 W Leistungsaufnahme auskommen. Die Standby-Leistungsaufnahme liegt etwa bei 1 W. Für größere Tore haben heutige Motoren im Normalbetrieb Leistungsaufnahmen von etwa 350 W, die Leistungsaufnahme in der Bereitschaft liegt unter 5 W (sofern keine Beleuchtung integriert ist; wenn sie integriert ist: + 40 W). Die Steuerung dieser Anlagen hat eine Leistungsaufnahme zwischen 5-15 W und ist abhängig von der Art der Sicherheitseinrichtungen. Die Betriebsdauer der Steuerung beträgt 8.760h/a. Die Betriebsdauer des Torantriebs ist abhängig

[35] persönliche Mitteilung Fa. Radermacher, April 2008.

von der Zahl der Stellplätze und der damit verbundenen Zahl der Torbewegungen. Ein Öffnen oder Schließen dauert zwischen 30 und 60 Sekunden. Es sind inzwischen auch einige Antriebe mit Solarbetrieb auf dem Markt.[36][Rademacher 2006] [Somfy 2008]

5.5.2 Autoaufzug

Bei Gebäuden mit sehr geringem Platzangebot für Ein-/Ausfahrtrampen für Tiefgaragenzufahrten kommen Autoaufzüge zum Einsatz.

Der Aufbau eines Autoaufzugs im Bezug auf Fahrschacht, Triebwerksraum etc. entspricht dem Aufbau eines normalen Lastenaufzugs. In vielen Fällen wird aufgrund der geringen Hubhöhe, der großen Nennlast und des nicht benötigten Technikraums oberhalb des Aufzugs ein Hydraulikaufzug gewählt. [Pistohl 2007 b]

Die Leistungsaufnahme eines solchen Aufzugs ist von vielen Faktoren abhängig. Bei Aufzügen mit einer Förderhöhe zwischen 6-14 m, einer Tragkraft von 3.800 bis 4.400 kg, einer Geschwindigkeit von ca. 0,3 m/s und einer maximalen Fahrtenzahl von etwa 30 pro Stunde kann von einer Leistungsaufnahme im Normalbetrieb von 33 und 40 kW ausgegangen werden. [Wöhr 2008]

5.5.3 Auto-Parksystem

Für Gebäude und Grundstücke mit sehr geringem Platzangebot für PKW-Stellplätze und Zufahrtsrampen werden verschiedene automatische Parksysteme angeboten, die Autos platzsparend z.B. übereinander unterbringen.

Zum einen gibt es das System des Doppel- oder Dreichfachparkers: Zwei oder drei Autos werden mittels in der Höhe verschiebbarer Plattformen übereinander geparkt. Je nach Bedarf kann die passende Plattform auf die befahrbare Ebene gehoben werden, vgl. Abbildung 19. [Pistohl 2007 b]

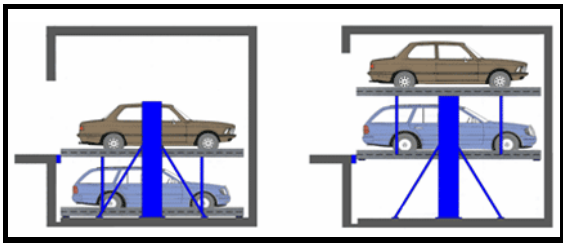


Abbildung 19 Parksystem
Quelle: [Elaax 2006]

Ein weiteres halbautomatisches System funktioniert über bewegbare Platten, auf denen die Autos geparkt werden, vgl. Abbildung 20, links. Um den Platz optimal zu nutzen und auch die Fahrgassen als Stellfläche nutzen zu können, werden auf einem Parkdeck die vorderen Parkreihen mit beweglichen Platten versehen. Bei halbautomatischen Systemen kann durch das platzsparende Einparken und das Nutzen der Fahrgassen als Stellflächen der Parkraum um 50-75 % effektiver genutzt werden. [Pistohl 2007 b]

[36] Persönliche Mitteilung vom Hr. Witzgall, Fa. Meißner Toranlagen vom 25.11.2008

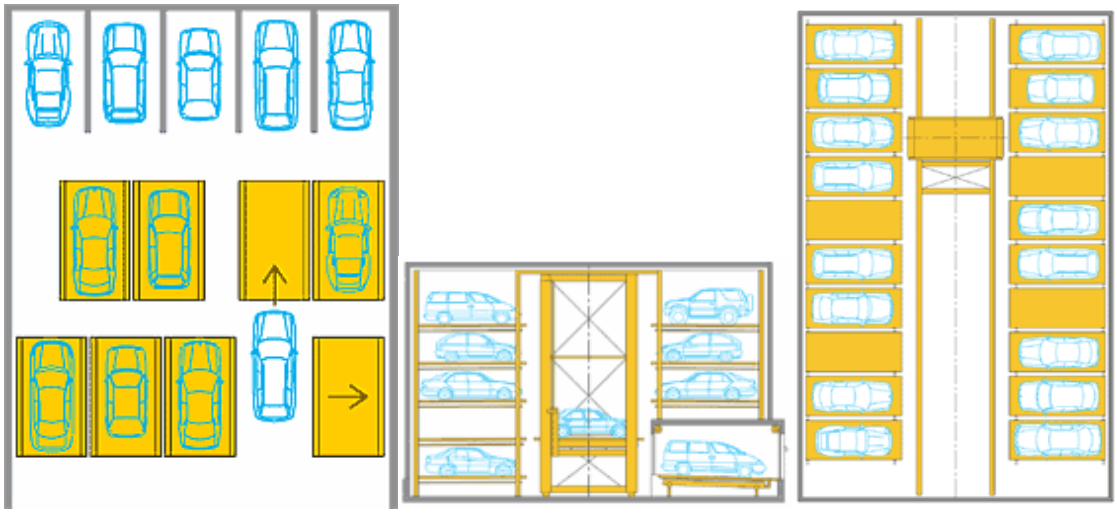


Abbildung 20 **Parksystem (li: Palettenschiebesystem, Mitte u. rechts: Stapelparksystem**
Quellen: [Wöhr o. J. a], [Wöhr o. J. b]

Vollautomatische Parksysteme arbeiten auch mit beweglichen Parkpaletten, wobei der eigentliche Parkvorgang dem Benutzer bei einem halbautomatischen System erleichtert und bei einem vollautomatischen System abgenommen wird. Bei vollautomatischen Stapelparksystemen wird der PKW auf der beweglichen Parkplatte abgestellt, diese befindet sich häufig in einer kleinen Garage. Der Fahrer verlässt sein Auto und ein computergesteuertes Transportsystem befördert die Palette samt Auto in eine ober- oder unterirdische Garage. Hier werden die Paletten platzsparend verteilt.

Über den Stromverbrauch solcher Anlagen liegen keine Angaben vor.

5.6 Hebeanlage für Abwasser

Hebeanlagen für häusliches Abwasser müssen eingesetzt werden, wenn eine Entwässerung mit natürlichem Gefälle nicht möglich oder bei Mischkanalisation ein Rückstau möglich ist und Sanitäreinrichtungen in Wohnräumen unter der Rückstauebene liegen. Meist ist die Oberkante des Bürgersteigs oder der Straße die Rückstauebene. Mit Hebeanlagen werden die in den Abwässern enthaltenen Feststoffe zerkleinert, um sie mittels einer Pumpe in einer Rohrschleife über das Niveau der Rückstauebene und dann in das öffentliche Abwassernetz zu befördern. Hebeanlagen für häusliches Abwasser sind nur bei solchen Wohngebäuden vorhanden, bei denen die oben beschriebene Situation vorhanden ist. Um wie viele Wohngebäude es sich handelt, ist unbekannt.

In Entwässerungsortsgesetzen bzw. –satzungen können Hebeanlagen vorgeschrieben sein. In größeren Mehrfamilienhäusern dürften Wohnungen im Souterrain kaum auftreten; in kleineren Mehrfamilienhäusern (und Ein-/Zweifamilienhäusern) kommen sie regional in unterschiedlicher Häufigkeit vor. In Bremen gibt es im Innenstadtbereich viele Gebäude mit Wohnungen im Souterrain.

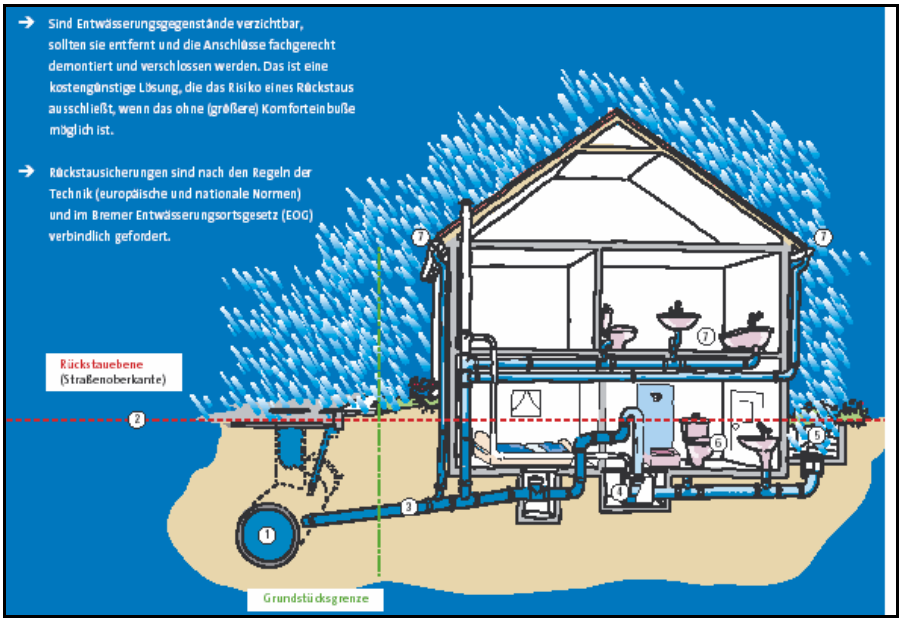

Sind Entwässerungsgegenstände verzichtbar, sollten sie entfernt und die Anschlüsse fachgerecht demontiert und verschlossen werden. Das ist eine kostengünstige Lösung, die das Risiko eines Rückstaus ausschließt, wenn das ohne (größere) Komforteinbuße möglich ist.
Rückstausicherungen sind nach den Regeln der Technik (europäische und nationale Normen) und im Bremer Entwässerungsortsgesetz (EOG) verbindlich gefordert.
Rückstauebene (Straßenoberkante)
Grundstücksgrenze

Abbildung 21 Abwasserhebeanlage mit Schleife über die Rückstauebene
Quelle: [Hansewasser 2008]

5.6.1 Stromkosten und –verbrauch

Über den Stromverbrauch von Hebeanlagen in Mehrfamilienhäusern ist kaum etwas bekannt:

Die stromverbrauchenden Komponenten sind eine oder mehrere Pumpen. Je nach Abwassermenge und Hebehöhe unterscheiden sich Leistung und Arbeit. Bei Einfamilienhäusern liegt die Leistung bei ca. 0,3 bis 3,3 kW. [Jung 2008 a], [Wilo 2005] Bei der Versorgung von Mehrfamilienhäusern erreichen die Pumpen bei einem Durchsatz von etwa 40 m³/h eine Leistung zwischen 1,0 und 5,3 kW. [Jung 2008 a], [Wilo 2005]

Eigene Messungen in einem Einfamilienhaus (4 Personen, 2 WC und ein Handwaschbecken an 2 Hebeanlagen, übrige Abwässer nicht) ergaben einen Stromverbrauch der Hebeanlagen von zusammen 26 kWh/a, eine Leistungsabnahme von je 310 W und jeweils eine Standby-Leistungsaufnahme von <1 W. Es ergab sich ein Stromverbrauch von 0,2 kWh/(m²*a).

5.6.2 Maßnahmen zur Reduktion der Stromkosten

Wenn eine neue Hebeanlage geplant wird, so sollte bei größeren Gebäuden die für das Zerkleinern und Pumpen benötigte Leistung auf zwei Motoren aufgeteilt werden („Doppel-Hebeanlage“). Bei geringem Abwasseranfall wird dann über eine Steuerung nur ein Motor betrieben.

5.7 Gemeinschaftswaschmaschinen, -trockner

In manchen Mehrfamilienhäusern bzw. Siedlungen gibt es noch Waschräume bzw. Waschhäuser, in denen Waschmaschinen und Wäschetrockner aufgestellt sind, die dem Hauseigentümer gehören und von den Mietern genutzt werden können. I.d.R. wird hier vermutlich über automatisches Bezahlsystem auch der Stromverbrauch der Maschinen abgerechnet.

Zum Einsatz kommen bei professionellen Vermietern so genannte SB-Gewerbe-Maschinen. Sie sind robuster und für eine häufigere Benutzung als Haushaltsmaschinen ausgelegt. In aller Regel ist für Maschinen ein Anschluss an das häusliche Warmwasser-system möglich.

5.7.1 Stromverbrauch

Der Stromverbrauch wird vor allem dadurch beeinflusst, ob die Aufheizung des Wassers elektrisch in der Maschine vorgenommen wird (bisher üblich) oder nicht. Die Alternative bildet der Anschluss der Waschmaschine an das nichtelektrische Warmwasserbereitungssystem des Hauses (Sonnenkollektoren, Gas, Heizöl, Fernwärme, BHKW u.ä.). Die nichtelektrische Warmwassererzeugung ist i.d.R. um den Faktor 2-3 preisgünstiger als die elektrische Erzeugung. Bei Warmwassernutzung liegt der verbleibende Stromverbrauch dann bei 60°-Wäsche bei weniger als 50 % des Stromverbrauchs mit Kaltwassernutzung. [Miele 2006]

Der Stromverbrauch guter neuerer Geräte gegenüber Geräten vom Anfang der achtziger Jahre liegt um über 40 % niedriger, siehe Abbildung 22. Bei Warmwassernutzung beträgt die Stromeinsparung zusätzlich ca. 50 %.

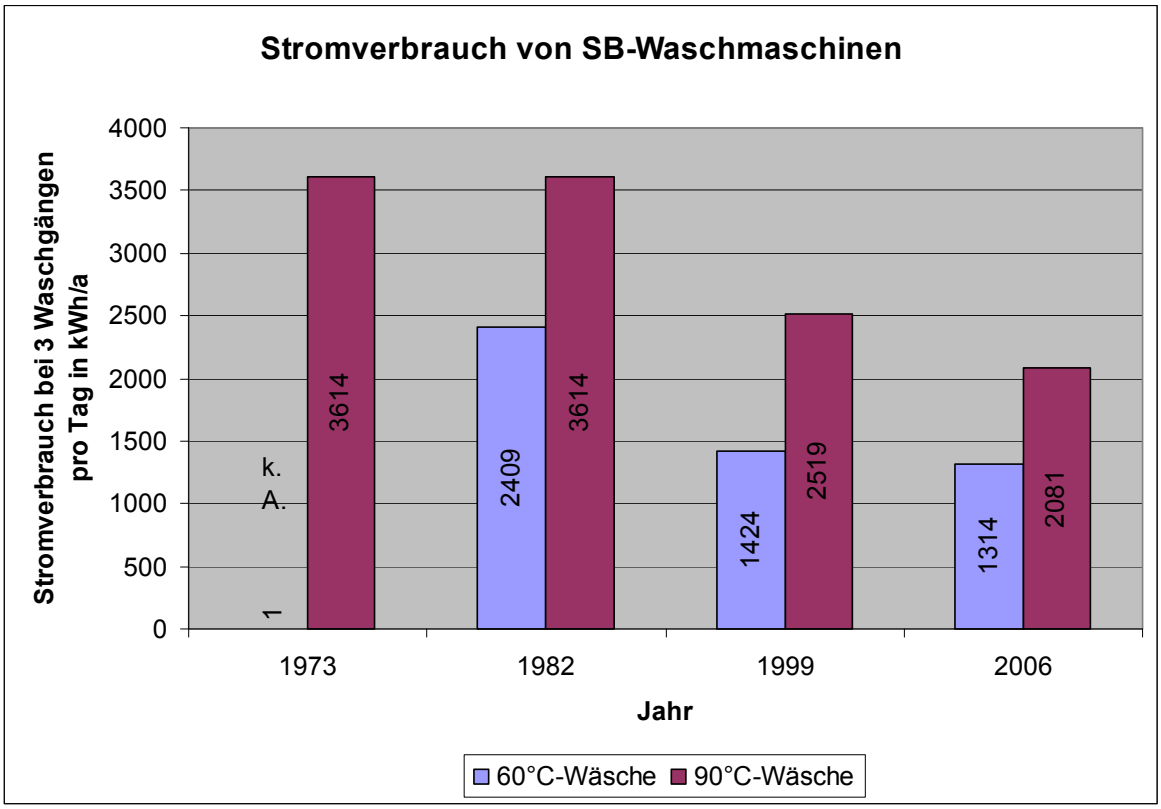


Abbildung 22 **Stromverbrauch Gemeinschaftswaschmaschinen, Kaltwassernutzung**
Quellen: eigene Aufstellung nach [Miele 1973], [Miele 1982], [Miele 1999], [Miele 2006]

5.7.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

- Anschluss der Maschinen (wo maschinentechnisch zulässig) an das Warmwasserbereitungsnetz.
- Auswechseln älterer Maschinen gegen warmwasseranschlussfähige Maschinen. Die Analyse von Datenblättern des führenden Maschinenherstellers Miele für Maschinen der Jahre 1999 und 2006 zeigt, dass es in diesem kurzen Zeitraum eine deutliche Weiterentwicklung gab (Stromverbrauchs-Reduktion bei Kaltwasserzufuhr und 60°C-Wäsche von 1,3 auf 1,2 kWh und bei WW-Zufuhr von 1,0 kWh auf 0,5 kWh pro Waschgang. Hinzu kommt die Wassereinsparung 134 l auf 53 l), die ebenfalls zur Einsparung von Betriebskosten führt. Daraus folgt, dass ein Austausch auch von Geräten mit Baujahr Ende der neunziger sinnvoll ist. [Miele 1999] [Miele 2006]
- Achten auf sehr gute Energieeffizienzklassen

5.8 Druckerhöhungsanlagen

Eine Druckerhöhungsanlage ist in hohen Gebäuden notwendig, um in den höher gelegenen Etagen einen ausreichenden Wasserdruck im Trinkwassernetz herzustellen.

Ob eine oder mehrere Druckerhöhungsanlage(n) notwendig sind, ist von mehreren Faktoren abhängig. Entscheidend sind die geodätische Haushöhe, der Rohrreibungsverlust, der gewollte Druck an der Entnahmestelle und der Vordruck des Wasserversorgers.[37] Die Strom verbrauchenden Komponenten sind Pumpen (meist Kreiselpumpen) und die Regelungstechnik. Eine Druckerhöhungsanlage erhöht den Druck und befördert das Wasser zum Verbraucher. Der Druck des Wassers wird gemessen und als Signal weitergegeben, dadurch wird der Sollzustand über die Menge der an- und ausgeschalteten Pumpen geregelt. Von der Menge der Pumpen ist diejenige, die als erstes anläuft die Grundlastpumpe, alle folgenden sind Spitzenlastpumpen. Durch die Steuerung über mehrere Pumpen bzw. durch eine drehzahlgeregelte Pumpe kann der tatsächliche Bedarf recht exakt abgedeckt werden und ein hoher Wirkungsgrad und somit ein sparsamer Energieverbrauch erreicht werden.

5.8.1 Stromverbrauch

Die Leistungsaufnahme und der Stromverbrauch von Druckerhöhungsanlagen hängen erheblich davon ab, wie hoch das Wasser gefördert werden muss und wie stark der Druck sein soll.

[Wilo 2007] nennt für Förderhöhen von 20 bis 120 m Leistungsaufnahmen von 0,5 bis 4 kW. Besonders leistungsstarke Pumpen können auch eine Leistung von 20 kW beanspruchen. Es ist nicht möglich, eine durchschnittliche Laufzeit einer Druckerhöhungsanlage anzugeben. Die Anlage springt an, sobald in den Wohneinheiten Trinkwasser entnommen wird. Im Bereitschaftsbetrieb benötigt die Druckerhöhungsanlage kaum Strom (Drucküberwachungssteuerung).

Eigene Messungen einer Anlage in einem Wohngebäude mit acht Geschossen ergaben im Normalbetrieb eine Leistungsaufnahme von 1,65 kW und im Standby von 37 W. Beim Stromverbrauch konnte aus dem Messzeitraum auf einen Jahresverbrauch von 780 kWh

[37] Persönliche Mitteilung mit einem Mitarbeiter von Speck Pumpen vom 24.11.2008

hochgerechnet werden; daran hätte der Standby-Modus dann einen Anteil von ca. 40 %. Bezogen auf die Wohnfläche ergab sich ein Verbrauch von 0,22 kWh/(m²*a).

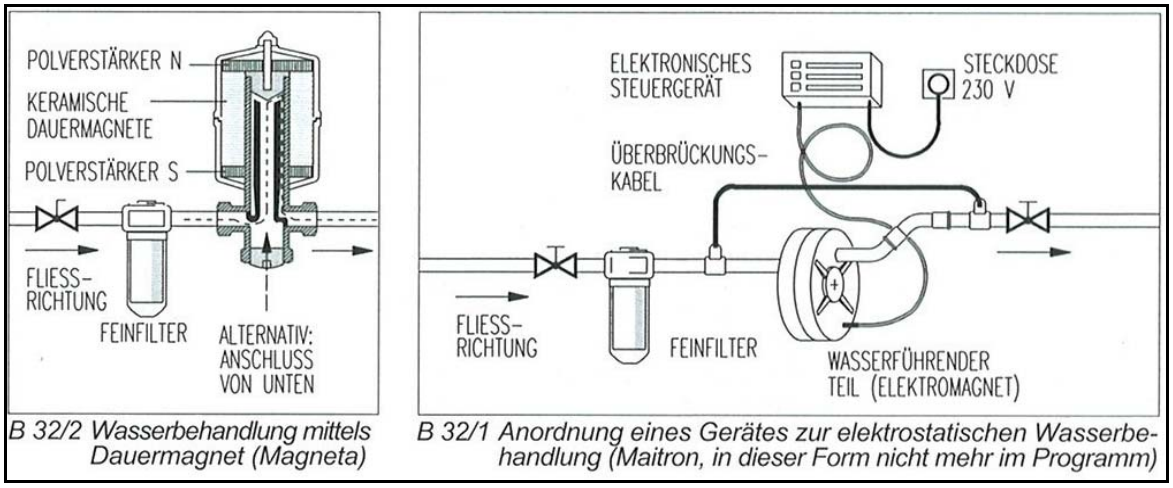
5.8.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

- Drehzahlgeregelte Pumpen verwenden.
- Druckerhöhungsanlagen mit niedrigerer Standby-Leistung verwenden.

5.9 Wasserfilterung, Wasserbehandlung

In vielen Gebäuden wird das am Hausanschluss ankommenden Trinkwasser gefiltert, bevor es an die einzelnen Verbrauchsstellen verteilt wird. In wohl den meisten Fällen geschieht dies über mechanische Filter, die keinen Strom verbrauchen. Zur Enthärtung von Wasser werden Ionentauscher verwendet, diese können auch im Fall von zuviel Eisen oder Mangan im Trinkwasser zum Einsatz kommen.

Bei physikalischen Verfahren gegen Verkalkung und Korrosion wird durch ein magnetisches Feld die Struktur des Kalks so verändert, dass er sich nicht in den Rohren absetzt. Zunächst wird das Wasser auch hier mit einem Feinfilter von groben Stoffen und ggf. mit einem Magneten von feinen Eisenteilen befreit. Anschließend wird ein magnetisches Feld erzeugt, je nach Hersteller werden Elektro- oder Dauermagneten hierzu verwendet, eine andere Methode ist das Erzeugen eines elektrostatischen Hochspannungsfeldes, vgl. Abbildung 23.



B 32/2 Wasserbehandlung mittels Dauermagnet (Magneta)

B 32/1 Anordnung eines Gerätes zur elektrostatischen Wasserbehandlung (Maitron, in dieser Form nicht mehr im Programm)

Abbildung 23 Physikalische Wasserbehandlung
Quelle: [Pisthol 2007]

Die Strom verbrauchenden Komponenten bei diesen Anlagen sind Netzteil, Elektromagnet und Steuerung. Die Laufzeit beträgt 8.760h/a; die Leistung variiert. Angaben schwanken zwischen 10 und 40 W.[38] [HKBB 2008] Somit ergibt sich ein Jahresverbrauch von 88 bis 350 kWh.

[38] persönliche Mitteilung Fa. Watercat vom 26.11.2008

5.10 Außenjalousien, Verschattungssysteme, Rolltore

Motorisch betriebene Außenjalousien sind bei Mehrfamilienhäusern in Deutschland für Fenster oder Hauseingangstüren eine Ausnahme. Wenn sie vorhanden sind, wird der Stromverbrauch für Fensterjalousien meist wohnungsbezogen über die Haushaltsstromzähler abgerechnet. Es gibt auch Gebäude, bei denen Außenjalousien und Verschattungssysteme für Gemeinschaftsräume oder Eingangsbereiche vorhanden sind.

Wegen des nötigen sommerlichen Wärmeschutzes (der infolge der Klimaerwärmung in Zukunft an Bedeutung noch zunimmt) und der immer weiter verbreiteten Bauweise mit viel Glas werden Außenjalousien und elektrisch betätigte Verschattungssysteme in Zukunft auch bei Mehrfamilienhäuser stärker verbreitet sein. Zur Benutzung der Wohnung ist somit der Stromverbrauch notwendig; die Strom verbrauchenden Komponenten werden vom Hauseigentümer festgelegt, der Mieter hat darauf keinen Einfluss.

Strom verbrauchende Komponenten sind die Motoren und die Steuerungen. In der Regel ist für jede Jalousie und jeden Fensterbereich ein eigener Motor vorhanden.

Bei Rolltoren (z.B. für Tiefgaragen) besteht eine ähnliche Situation.

5.10.1 Stromverbrauch

Über den Stromverbrauch von Außenjalousien, Verschattungssystemen und Rolltoren ist wenig bekannt.

Werden Außenjalousien und Verschattungssysteme bei Schrägdächern eingesetzt, werden sie häufig mit der Spannung von 24 Volt betrieben, so dass ein Transformator benötigt wird. Dieser wird voraussichtlich zusammen mit der Steuerung das ganze Jahr über durchlaufen, so dass hier pro Fenster im Standby von 2 bis 3 W * 8.760 h = 17 bis 26 kWh /a auszugehen ist. Bei Dachfenstern ist bedingt durch die Schräglage die erforderliche Motorleistung niedriger als bei vertikalen Jalousien. Häufig liegt sie im Bereich von 15-24 Watt.[39]

Werden in senkrechte Fenster Außenjalousien eingebaut, wird mit 230 Volt gearbeitet und die Leistung liegt hier je nach Fenstergröße zwischen 100 und 250 W.

In beiden Fällen ist die Laufzeit der Motoren sehr gering: sie liegt bei 20-30 Sekunden pro Öffnungsvorgang. Bei nur einem Schließ- und Öffnungsvorgang liegt der Stromverbrauch des Motors dann: (365 d * 1 Min/d *100 bis 250 W)/1000 = bei 0,6 bis 1,5 kWh/a.[40] [Rademacher o. J.] Die Steuerung ist trotz ihrer vergleichsweise niedrigen Leistung der größere Stromverbraucher. Wird die Außenjalousie automatisch betätigt, liegt die Standby-Leistung etwa bei 1,5 W (neue Geräte; alte vermutlich höher). Wird eine Fernbedienung verwendet, verbraucht diese kaum Strom, doch der Empfänger läuft auch im Standby mit einer Leistung von 1,5 W. Der Stromverbrauch der Steuerung beläuft sich somit bei 24 h am Tag mit 1,5 W etwa 13 kWh/a.[41] ,vgl. [Rademacher o. J.]

---

39 persönliche Mitteilung Fa. Velux, Nov. 2008

40 persönliche Mitteilung Fa. Velux Nov. 2008

41 persönliche Mitteilung, Fa. Velux, vom Nov. 2008

5.10.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Bei Modernisierung und Neubau sollte geprüft werden, ob Rohrmotoren möglich sind. Gegenüber anderen Motoren haben sie nur eine etwa halb so hohe Leistungsaufnahme (z.B. 115 W statt 220 W)

Als weitere Innovation gelten solarbetriebene Außenrollos. [Fakro 2006], [Velux o.J. b], [Roto o.J.]

5.11 Maschinell zu öffnende Lichtkuppeln und Fenster

Maschinell zu öffnende Lichtkuppeln und Fenster sind im Mehrfamilienhausbereich gelegentlich vorhanden, z.B. in Treppenhäusern.

Abbildung 24 **Maschinell zu öffnende Lichtkuppel**
Quelle: [D+H 2008]

Abbildung 25 **Maschinell zu öffnendes Dachfenster**
Quelle: [Velux o.J. c]

5.11.1 Stromverbrauch

Zum Stromverbrauch zur maschinellen Öffnung von Lichtkuppeln und Fenstern liegen kaum Angaben vor.

Die Strom verbrauchenden Komponenten sind der Antrieb und die Steuerung.

Für Dachfenster werden häufig Kettenantriebe, für Lichtkuppeln häufig Linearantriebe verwendet. Der Motor des Antriebs verbraucht nur während der Laufzeit Energie, das bestätigen auch eigene Messungen. Eine Öffnung oder Schließung des Fensters oder der Kuppel benötigt durchschnittlich ca. 30 Sekunden. Die Leistung ist je nach Gewicht des Fensters oder der Kuppel und je nach Geschwindigkeit der Öffnung unterschiedlich hoch.

Es ist entscheidend für den Verbrauch, ob die Kuppeln und Fenster zur Lüftung oder nur als Rauch- und Wärmeabzugsanlagen im Brandfall verwendet werden.

Nach Einschätzung eines Herstellers werden 95 % der RWA auch als Lüftungsfenster verwendet.[42] Wird das Fenster oder die Kuppel als Rauchabzug genutzt, muss die Funktionstüchtigkeit auch bei Spannungsausfall garantiert werden, deshalb wird hier mit 24 Volt gearbeitet, um die Notversorgung mit Batterie betreiben zu können. Solche Motoren haben eine Leistungsaufnahme von 12 bis 40 Watt. Fenster, die hauptsächlich für die Lüftung eingesetzt werden und an das 230 V-Netz angeschlossen werden, benötigen in der Standardausführung meist eher 40 W.[43] [Lamilux 2008]

Der Stromverbrauch hängt von der Anzahl der Öffnungsvorgänge ab. Die Steuerung ist i.d.R. nur einmal z.B. für ein Treppenhaus oder eine Fensterseite vorhanden.

Der Verbrauch der Steuerung hängt davon ab, ob die Kuppeln bzw. Fenster für den Sicherheitsbetrieb notwendig sind oder nicht. Sind die Fenster auch als RWA vorgesehen, muss immer ein Notversorgungsbetrieb im Standby gewährleistet werden. In diesem Fall muss in regelmäßigem Abstand ein Minimalstrom durch die Anlage geschickt werden, um das Funktionieren der Anlage zu kontrollieren. Der Notversorgungsbetrieb benötigt je nach Grad der Modernisierung (modern: Ringkerntrafos oder getaktete Schaltnetzteile) zwischen 2-3 und 10 W. Ferner benötigt der Transformator permanent Strom. Sind die Kuppeln und Fenster nur für die Lüftung des Gebäudes vorgesehen, ist eine Sicherheitstechnik nicht nötig, hier benötigt nur der Transformator Strom. Die Verluste des Trafos liegen etwa bei 10 W.[44]

5.11.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs bestehen vor allem in der Verwendung verlustärmerer Netzteile.

5.12 Drainage- bzw. Fundamentpumpen

Drainage- bzw. Fundamentpumpen dienen zur Abführung von Niederschlagswasser über eine Ringdrainage rund um das Haus in die Kanalisation. Sie werden z.B. dann eingesetzt, wenn Gebäude unterkellert werden und dichte Bodenschichten wie Ton und Lehm vorliegen, die die Niederschlagswasserversickerung im Erdreich behindern und somit für einen Wasserdruck auf die Kellerwände führen. Die Verhinderung des Eindringens von Niederschlags- bzw. Grundwasser soll damit unterstützt werden, vgl. Abbildung 26.

---

42 Persönliche Mitteilung Hr. Jahn von D+H Mechatronic vom April 2008.

43 Persönliche Mitteilungen Fa. Velux, Okt. und Nov. 2008

44 Persönliche Mitteilung Fa. D+H Mechantronic, 3.11. 2008

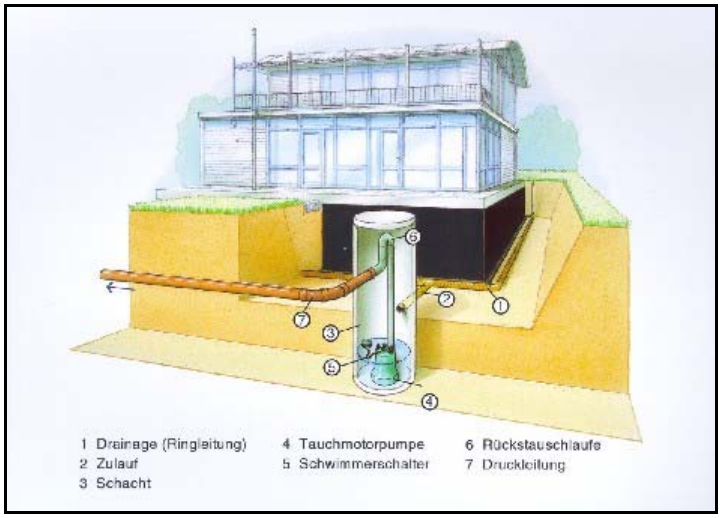


Abbildung 26 Drainage- bzw. Fundamentpumpe
Quelle: [Impeller 2008]

Die Pumpe befindet sich im Drainageschacht des Hauses. Bei Hochwasser kommt das gestiegene Grundwasser in die Drainagerohre, von dort wird es in den Schacht geleitet, der Pegel steigt.

Die elektrische Leistungsaufnahme einer Drainagepumpe liegt etwa zwischen 0,2 und 1,3 kW, wobei in der Bereitschaft kein Strom verbraucht wird. Die Pumpe läuft erst an, wenn sie durch steigenden Pegel und Schwimmschalter aktiviert wird. [Jung 2008b], [Jung 2008 c] [T. I. P. 2008 a] [T. I. P. 2008 b] [Wilo 2008]

5.12.1 Stromverbrauch

Der Stromverbrauch wird von der Häufigkeit und der Menge nicht versickerndes Niederschlagswasser / aufsteigenden Grundwasser beeinflusst. Im Zuge der Klimaveränderung mit prognostizierten Starkregen könnte der Einsatz von Drainagepumpen zunehmen. Zurzeit sind sie eher Ausnahmefall.[45]

Über den Stromverbrauch von Drainagepumpen liegen kaum Daten vor:

- Bei einer Laufzeit von 100 Stunden pro Jahr (10 Starkregen a 1 Stunde mit 9 Stunden Nachlaufzeit) würde der Stromverbrauch bei 20 bis 130 kWh/a liegen. Bei 1.000 m² Wohnfläche wären dies 0,02 bis 0,13 kWh/(m²*a); bei einer durchschnittlichen Wohnung von 67 m² also 1,3 bis 8,7 kWh/a.
- Im Rahmen unseres Forschungsprojekts wurde der Stromverbrauch einer Drainagepumpe gemessen (Einsatzgebiet: Wohnheim). Dort wurde im Messzeitraum eine durchschnittliche elektrische Arbeit von 1,16 kWh pro Tag verrichtet, was einen Verbrauch von ca. 420 kWh pro Jahr ergibt. Die zugehörige Fläche beträgt 500 m² Wohn- und Nutzfläche, so dass sich ein Stromverbrauch von 0,84 kWh/(m²*a) ergibt.

[45] eigene Einschätzung nach Rücksprache mit dem Leiter der Haustechnik eines großen Bremer Wohnungsunternehmens. Bremen hat in vielen Gebieten einen hohen Grundwasserstand.

5.12.2 Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs

- Auf eine gute Energieeffizienzklasse der Pumpe achten.

5.13 Datenübertragung über das Niederspannungsnetz

Es ist möglich, über eine trägerfrequente Datenübertragung über das Niederspannungs-Stromnetz (230 V bzw. 400 V) einen Anschluss von Kommunikationseinrichtungen an das Internet herzustellen. Ein bekannter Name ist Powerline. Aufgrund von technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten hat diese Technologie bisher jedoch im Segment „Kommunikation nach außerhalb des Hauses“ keinen nennenswerten Marktanteil erreicht.

Als Schnittstellen zwischen Endgeräten (z.B. PC oder VoIP-Telefon) und dem externen Netz sind drei Adapter erforderlich: einer in der Trafostation, einer am Hausanschluss beim Stromzähler und einer an der Steckdose. Das Gerät am Hausanschluss beim Stromzähler wird auch als Kopfstation bezeichnet. Es würde über den Allgemeinstromzähler laufen. Weil die Geräte bisher nicht verbreitet sind, wird hier auf eine nähere Darstellung verzichtet. Zu erwarten wäre eine Leistungsabnahme von 3-10 W über 8760 Stunden pro Jahr, also 25-90 kWh/a.

6 Optionen für Gesetzgeber

Sollen die Bundes- und Landesgesetz- und Verordnungsgeber Impulse setzen, um zu einer Steigerung der Energieeffizienz auf dem Gebiet Allgemeinstrom beizutragen? Und wie können Sie dies tun?

Wir unterscheiden dabei technische Impulse und Informations-Impulse.

6.1 Technische Impulse

Mit dem Terminus „technische Impulse“ sind technische Anforderungen gemeint, die z.B. in der Energieeinsparverordnung des Bundes oder in Landesbauordnungen der Länder gestellt werden können.

Schon seit Jahren gibt es Anforderungen, z.B. in der $EnEV_{2007}$, die in den Bereich Allgemeinstrom hineinwirken:

- Der bei der Errichtung von Wohngebäuden einzuhaltende maximale Primärenergiebedarf Q_P'' enthält auch Teile des Allgemeinstroms, nämlich die Hilfsenergie für die Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Heizenergie und Warmwasser ($EnEV_{2007}$ §3, Abs. 1).
- Umwälzpumpen zur Verteilung von Warmwasser in Heizkreisen müssen bei erstmaligem Einbau und Ersatz bei Heizanlagen mit mehr als 25 kW Nennleistung so beschaffen sein, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird ($EnEV_{2007}$ § 14 Abs. 3).

In den Bauordnungen der Länder gibt es Passagen, in denen es um die elektrische Ausstattung geht. So heißt es z.B. in der Hamburger Landesbauordnung:

- § 43a Abs. 1: „Elektrische Anlagen müssen dem Zweck und der Nutzung der baulichen Anlagen entsprechend ausgeführt sowie betriebssicher und brandsicher sein.“ [LBO HH 2005]

Hier ließen sich leicht Anforderungen wie z.B. „betriebssicher, energieffizient und brandsicher“ ergänzen.

Es kommen weitere Landesgesetze in Frage, in denen die Länder – sofern der Bund keine anderen Regelungen trifft – Anforderungen an die Energieverwendung oder die Energieeffizienz stellen könnten. Beispielsweise gibt es in der Freien Hansestadt Bremen seit 1991 ein Energiegesetz, dass den Neuanschluss von elektrischen Heizungen mit einer Leistung von mehr als 2 kW pro Wohnung verbietet. [Brem EG 1991] Hier ließe sich auch auf andere Anlagen Einfluss nehmen.

In der EnEV, den Bauordnungen der Länder und evtl. im geplanten Endenergieeffizienzgesetz ließen sich Anforderungen an die Energieeffizienz elektrischer Anlagen aus dem Bereich der Gebäudeinfrastruktur stellen.

Mindestanforderungen

Für einige wichtige große Infrastrukturelemente wie Aufzüge, Gemeinschaftsbeleuchtungen und Außenheizungen könnten ordnungsrechtlich Mindestanforderungen gestellt werden. Solche werden in den Bereichen Heizung, Wärmeschutz, Brandschutz, Schallschutz u.ä. auch gestellt.

Vorschläge für Mindestanforderungen sind:

- Außenheizungen müssen über eine automatische Steuerung der Heizenergie in Abhängigkeit von Zeit, Temperatur und Feuchte verfügen.
- Bei der Beleuchtung von Gemeinschaftsbereichen dürfen nur Leuchtmittel bestimmter Energieeffizienzklassen verwendet werden („Glühlampenverbot“)
- Für Wohngebäude dürfen nur Aufzüge verwendet werden, die sowohl im Stillstands- wie im Fahrbetrieb mindestens die Energieeffizienzklasse A oder B nach VDI 4707 erreichen.

Bei etlichen anderen Allgemeinstromanwendungen erscheint es nicht zielführend, für einzelne Produktgruppen (z.B. Breitbandverstärker) eigene Anforderungen zu erlassen. Vielen gemeinsam ist, dass es einen Standby-Betrieb gibt. Insofern reicht es, wenn allgemein die Anforderung besteht, dass ein Gerät im Bereitschaftsszustand maximal eine elektrische Leistungsaufnahme von 1 bzw. 2 W haben darf. Es ist bei der Definition der Anforderung jedoch darauf zu achten, dass nicht nur „bekannte“ Haushaltsstrom-Produkte wie Funktelefone oder DVD-Player unter diese Anforderung fallen, sondern auch die vielen Allgemeinstromanwendungen, z.B. Steuerungen von Fensterantrieben.

6.2 Informations-Impulse in Energieausweisen

Energieausweise müssen nach $EnEV_{2007}$ § 16 ff bei Neuerrichtung, beim Verkauf und bei Vermietung von Gebäuden (bzw. Nutzeinheiten daraus) vorgelegt werden.

Der Energieausweis für Wohngebäude soll dem künftigen Nutzer den zu erwartenden Energieverbrauch des Gebäudes transparent machen. Bisher wird im Energieausweis jedoch nur der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser einschließlich Hilfsenergie dargelegt, nicht aber der gesamte für die Nutzung des Gebäudes notwendige Energiebedarf.

Insofern ist es ein konsequenter Schritt, auch den übrigen Energiebedarf, der für die Nutzung des Gebäudes erforderlich ist, künftig im Energieausweis zu berücksichtigen.

Nach den Ausführungen im Kapitel 2 geht es bereits im Durchschnitt der Wohnungen um ca. 250 bis 335 kWh Endenergie pro Wohnung und Jahr (an Primärenergie sind das 675 bis 945 kWh/a). Bei überdurchschnittlichen technischen Ausstattungen wie Aufzügen, elektrischen Dach- und Dachrinnenheizungen, Parksystemen, Gemeinschaftssaunen etc. liegt er deutlich höher. Bei einer durchschnittlichen Wohnungsgröße von 67 m² entspricht der durchschnittliche Allgemeinstrom*primär*energiebedarf ca. 10 bis 14 kWh/(m^2Wohnfläche*a) bzw. 8,4 bis 11,3 kWh/(m^2_{AN}*a).[46] Dies ist eine Größenordnung, die den typischerweise in Energieausweisen für Mehrfamilienhäuser bisher genannten Hilfsenergiebedarf von ca. 3 kWh Primärenergie pro m^2_{AN} deutlich übersteigt.

Natürlich ist aber zu fragen, ob es technisch möglich ist, den gesamten Strom*verbrauch* der gesamten Gebäudeinfrastruktur zu erfassen und darzustellen. Die Antwort ist eindeutig ja. Hauptindiz ist, dass der Verbrauch ohnehin über Allgemeinstromzähler erfasst und auf die Mieter umgelegt wird.

---

[46] Im Energieausweis nach EnEV werden die spezifischen Werte in kWh/(m^2_{AN}* a) angegeben. A_N bedeutet dabei Gebäudenutzfläche. Bei Mehrfamilienhäusern gilt vereinfachend: Wohnfläche * 1,2 = A_N. Der Allgemeinstromverbrauch wird also im Energieausweis auf eine größere Fläche verteilt

Bei Neubauten bzw. nach größeren Renovierungen wird es schwieriger. Hier gibt es bisher keine Leitlinien und keine Rechenwerkzeuge, um auf der Basis gewählter Ausstattungen (z.B. Fahrstuhl, Hebeanlage) den zu erwartenden Stromverbrauch (=Strombedarf) ausrechnen zu können. Diesem Umstand könnte man folgendermaßen Rechnung tragen:

Im Energieausweis (Seite 2, Bedarf bzw. auf der Seite 4, nach Straffung der bisher dort ausführlichen Erklärungen) wird eine Tabelle zum Ankreuzen wichtiger den Allgemeinstromverbrauch besonders stark beeinflussender Infrastrukturelemente vorgesehen. So wird bereits jetzt mit Anlagen zur Lüftung verfahren. Solche zu nennenden Infrastrukturelemente und ein möglicher Begleittext wären:

„Im Gebäude sind folgende Infrastruktureinrichtungen vorhanden, die den Stromverbrauch besonders beeinflussen:

- □ *Heizung im Außenbereich. (Treppen-, Podest-, Dach-, Dachrinnenheizungen, Heizungen von Tiefgaragenrampen u. ä.)*
- □ *Aufzug*
- □ *Gemeinschaftssauna, -hallenbad*
- □ *Sonstige (Tiefgarage, Parksystem, andere)“*

7 Optionen für Förderer

Bund, Länder, Kommunen und andere fördern Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich. Um die Energieeffizienz im Bereich von Allgemeinstrom-Anwendungen zu steigern, sollten solche Programme in Zukunft auch Effizienzmaßnahmen bezüglich Allgemeinstrom-Anwendungen umfassen.

Denkbar sind z.B. Erweiterungen beim KfW-CO_2-Gebäudesanierungsprogramm. Hier ließe sich durch eine Änderung der technischen Anforderungen Einfluss nehmen auf die Energieeffizienz von Aufzügen. Aufzüge werden im Zuge der umfangreichen Modernisierungen, die mit diesem Programm unterstützt werden, ohnehin bei Mehrfamilienhäusern nachträglich eingebaut oder ersetzt. Dann kann man besonders energieeffizienter Aufzüge fördern (Mindestanforderung: mindestens Effizienzklasse B nach VDI 4707 bei Stillstands- und Fahrbetrieb). Die zinsverbilligte Darlehenssumme könnte z.B. um 5.000 € pro Wohneinheit erhöht werden.

Weitere Förderelemente wären denkbar:

- Im Vor-Ort-Beratungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Hier sollte in den Anforderungskatalog für Beratungen bei Mehrfamilienhäusern aufgenommen werden, dass der Bereich „Allgemeinstrom“ mitbehandelt werden muss.
- Durch einen künftigen Förderschwerpunkt „Energieeffizienz im Strombereich“. Hier sollten zunächst einmal 100 modellhafte MFH-Sanierungen gefördert werden, bei denen beispielhafte, vorbildliche Allgemeinstrom-Effizienzmaßnahmen praktisch ausprobiert und demonstriert werden.

8 Zusammenfassung

Problemstellung, Ziele und Methodik

Mit dem Begriff „Allgemeinstrom“ wird der Strom bezeichnet, der in einem Mehrfamilienhaus zum Betrieb von Gemeinschaftsanlagen verwendet wird. Ein Beispiel ist die Treppenhausbeleuchtung. Typisch ist, dass der Allgemeinstromverbrauch in der jährlichen Betriebskostenabrechnung auf die Mieter umgelegt wird. Der einzelne Mieter kann den Allgemeinstromverbrauch kaum über sein individuelles Verhalten beeinflussen noch die Anlagentechnik mitbestimmen. Der Allgemeinstromverbrauch ist in hohem Maße durch die Infrastruktur des Gebäudes vorbestimmt.

Bei den in Deutschland vorhandenen ca. 3 Millionen Mehrfamilienhäusern verursacht der Allgemeinstromverbrauch einen erheblichen Energiebedarf mit einer CO_{2e}-Emission von vermutlich mehr als 2 Millionen Tonnen pro Jahr. Das wesentliche Ziel der Forschungsarbeit bestand darin, wissenschaftlich gesicherte Informationen zu technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Senkung des Allgemeinstromverbrauchs und damit der Miet-Nebenkosten zu liefern – sowohl für den Gebäudebestand als auch für den Neubau. Dabei lautete die Arbeitshypothese, dass es Möglichkeiten geben wird, den Allgemeinstrombedarf deutlich zu reduzieren. Ferner dient das Forschungsvorhaben dazu, dem Bund, den Ländern und fördernden Institutionen Anregungen für die künftige Ausgestaltung von Verordnungen und Programmen zur Förderung der Energieeffizienz zu geben. Eingehen können die Erkenntnisse z.B. in die Weiterentwicklung der Energieeinsparverordnung des Bundes und von KfW-Programmen. Ziel war auch zu prüfen, welche Anregungen für eine mögliche Aufnahme des Allgemeinstrombedarfs eines Gebäudes in die Primärenergieanforderung der EnEV und in den Energieausweis für Gebäude gegeben werden können.

Bisher werden in Deutschland kaum Anforderungen an energieeffiziente Allgemeinstromanwendungen gestellt - mit Ausnahme von Heizungsumwälzpumpen. Der Trend bei Neubau und Modernisierung von Gebäuden geht nach wie vor in die Richtung „mehr Komfort“. Damit ist zumeist noch ein Anstieg des Stromverbrauchs verbunden, weil über den Einsatz energieeffizienter Technik in diesem Segment zu wenig nachgedacht wird. Vielen erscheint der Bereich Allgemeinstrom als Bagatelle.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde der Allgemeinstromverbrauch von Mehrfamilienhäusern betrachtet und hierbei nur der Strom, der nicht zum Betrieb der Heizung dient.

Folgende Fragen wurden für den Mehrfamilienhausbereich (Neubau und Bestand) untersucht:

- Was sind typische Allgemeinstromverbrauchskennwerte (z.B. kWh/m²; kWh/Wohnung, €/m²)?
- Welche Geräte, Anlagen und Anwendungen verursachen den Allgemeinstromverbrauch?
- Welches technische und welches wirtschaftliche Potenzial besteht zur Verbrauchsminimierung?
- Welche Optionen haben der Gesetzgeber bzw. fördernde Institutionen?

Die Methoden der Forschungsarbeit bestanden in einer Literatur- und Internetrecherche, der Analyse von Herstellerinformationen, Experteninterviews, Messungen mit Hilfe der

EWE in Wohngebäuden, der Analyse von Sekundär- und Tertiärdaten (Betriebskostenabrechnungen, Mietspiegeln) und der wissenschaftlichen Auswertung.

Das Forschungsprojekt wurde vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung und durch die EWE Stiftung gefördert. Unsere Allgemeinstrom-Messungen wurden in Zusammenarbeit mit Auszubildenden der EWE AG sowie den Hauseigentümern und Kundencentern der EWE vor Ort durchgeführt.

Die Ausgangslage, auf der unsere Arbeit aufbauen sollte, entpuppte sich im Verlauf des Projekts aus wissenschaftlicher Sicht als sehr dünnes Eis: Es gab bisher fast keine Literatur, die sich mit diesem Themenkomplex auseinandersetzt. So hat unsere Arbeit notgedrungen weitgehend Pilotcharakter. Ferner entpuppte sich die Zahl und Art von Geräten, die im Bereich Allgemeinstrom verwendet werden, als ziemlich vielfältig – bei gleichzeitig sehr begrenzten Ressourcen. So bestand unsere Arbeit einerseits in vielen Punkten im Betreten von Neuland - insbesondere was Angaben zum Energieverbrauch einzelner Anlagen angeht, andererseits fehlten unserem Team die Ressourcen, alle aufkommenden Varianten zeit-, kosten- und fachgerecht abarbeiten zu können. Diese Forschungsarbeit kann deshalb zunächst nur ein Schlaglicht werfen. Es verbleibt noch ein enormer Forschungsbedarf, um für etliche Varianten zielgerichtet belastbare Empfehlungen für Gebäudemodernisierungen und Neubauten machen zu können.

Ergebnisse

Die Tabelle 19 fasst die ermittelten Allgemeinstromkosten- und -verbrauchszahlen (inkl. Hilfsenergie-Strom für Heizung + Warmwasser) zusammen.

Allgemeinstrom in Mehrfamilienhäusern in Deutschland	Stromkosten (bei 0,20 €/kWh)	Stromverbrauch
gesamt	0,82 bis 1,36 Mrd. € pro Jahr	4,1 bis 6,8 Mrd. kWh Endenergie pro Jahr
spezifisch pro Wohnung und Jahr	durchschnittlich 50-67 €	durchschnittlich 250 bis 335 kWh Endenergie
spezifisch pro m² Wohnfläche und Jahr	durchschnittlich 0,74 € bis 1 € pro Jahr	durchschnittlich 3,7 bis 5,0 kWh Endenergie
spezifisch pro m² Gesamtnutzfläche A_N und Jahr		durchschnittlich 8,4 bis 11,3 kWh Primärenergie

Tabelle 19 Zusammenfassung Allgemeinstromkosten und -verbrauch

Der Allgemeinstromverbrauch in einem Mehrfamilienhaus kann durch eine breite Palette an Geräten und Anwendungen verursacht werden. Typisch sind:

- Heizungspumpen und andere für den Betrieb der Heizung notwendige Geräte
- Sprechanlagen mit Zubehör (Türöffnung, Namenschildbeleuchtung etc.)
- Treppenhausbeleuchtung
- BK-Verstärker für den Empfang / die Verteilung von Kabelfernsehen.

Das Forschungsvorhaben ergab, dass bei bestimmten Gebäuden noch weitere Anwendungen hinzukommen. Die folgende Liste nennt solche u.U. zusätzlich vorhandenen Anlagen, die den Allgemeinstromverbrauch beeinflussen:

Sprechanlagen mit Videofunktion, Antennenverstärker für Sat-TV, Antennenverstärker für terres. TV, RWA, Kellerflurbeleuchtung, Dachbodenbeleuchtung, Trockenraumbeleuchtung, Heizraumbeleuchtung, Waschmaschinenraumbeleuchtung, Fahrradabstellraumbeleuchtung, Wertstoffsammelkellerbeleuchtung, Eingangsbeleuchtung, Hausnummerbeleuchtung, Wegebeleuchtung, PKW-Stellplatzbeleuchtung, Fassadenanstrahlung, Laubengangbeleuchtung, Tiefgaragenbeleuchtung, Notbeleuchtung/Fluchtwegschildbeleuchtung, Beleuchtung von Durchgängen/Duchfahrten, Beleuchtung von Wertstoffsammelplatz (außen), Heizöltank-Lecküberwachung, Heizöl –Förderpumpe, Brenner, Regelung(en), Aufzug, Druckerhöhungsanlagen, Fundament- bzw. Drainagepumpen, Gemeinschaftswaschmaschinen, -trockner, motorische Antriebe zum Öffnen von Lichtkuppeln und Fenstern, Concierge-Loge, Tiefgaragen-Torantrieb, Tiefgaragen-Ampel, Tiefgaragen-Rampenheizung, Autoaufzug / Auto-Parksystem, Abwasser-Hebeanlage, Heizung zur Dachrinnenenteisung, Heizung zur Dachenteisung, Beheizung von Podesten, Treppen, Wegen, Rampen;Wasseraufbereitung, Regenwasserpumpen, Hallenbad, Sauna, Steuerungen und motorische Antriebe für Außenjalousien und Rolltore, schaltbare Sonnenschutzgläser, Rolltreppe (innen, außen), Lüftungsventilator im Wäschetrockenraum, Tiefgaragen-Entlüftung, Entlüftung (z.B. Keller mit Radon-Belastung), Speicherladepumpe(n) Warmwasserspeicher, Speicherladepumpe(n) Pufferspeicher Heizung, Holzpellets-Lager-Entlüftung, Förderschnecke für Holzpellets-/ Hackschnitzel, Heizungsfernüberwachung (Modem), Aufzugsfernüberwachung (Modem).

Tabelle 20 Liste von Allgemeinstromanlagen

Im Forschungsprojekt wurde versucht, den typischen Stromverbrauch solcher Zusatz-Anwendungen zu eruieren. Die Literaturlage entpuppte sich jedoch als äußerst dürftig. In einigen Bereichen konnte durch Messungen Dritter und durch eigene Messungen zusätzliche Informationen gewonnen werden.

Angesichts der Vielzahl der Allgemeinstrom-Anwendungen und der noch größeren Zahl an Ausführungs-Varianten ist es schwierig, in dieser Zusammenfassung auf die einzelnen Anwendungen einzugehen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei 50 bis 75 % der Anwendungen Alternativen auf dem Markt sind, die eingesetzt werden können. Es kommt jedoch darauf an, dass diese Alternativen den Planern der Wohnungsgesellschaften bekannt sind, so dass sie danach fragen und in Ausschreibungen aufnehmen. Ferner ist es notwendig, sich von einer reinen Betrachtung der Investitionsbeträge zu verabschieden und die „Lebensdauer-Vollkosten“ zu betrachten, insbesondere die Stromkosten einzubeziehen.

Am Beispiel der Beleuchtung von Treppenhäusern und Aufzügen soll dies kurz erläutert werden.

Ersatz von Glühlampen, z.B. in Treppenhäusern: Eine eigene Erhebung hat ergeben, dass neun von zehn Treppenhäusern mit konventionellen Glühlampen beleuchtet werden. Es scheint noch unbekannt zu sein, dass es längst Energiesparlampen gibt, die für die Beleuchtung von Treppenhäusern geeignet sind (volle Helligkeit ab Einschaltung und geeignet für viele Schaltzyklen). Durch den Einsatz von Energiesparlampen werden nicht nur die Stromkosten auf ein Fünftel gesenkt, sondern auch die Auswechselintervalle von 1.000 Stunden bis auf mehrere Tausend erhöht. Die eingesparte Zeit für Hausmeister bzw. Fremdfirmen kommt voll dem Wohnungsunternehmen zu gute.

	Glühlampe	für Treppenhauslicht geeignete Energiesparlampe
Watt	75	14
mittl. Lebensdauer	1.000 h	8.000 h
Preis pro Lampe	0,99 €	11,95 €
Energieverbrauch	225 kWh/a	42 kWh/a
Energiekosten	45 €/a	8,40 €/a
durchschn. Lampenkosten	2,97 €/a (5 Stck * 0,99 €/Stck * (600 h/a)/1.000 h)	4,48 €/a (5 Stck * 11,95 €/Stck *(600 h/a)/8.000 h)
Auswechselkosten [30 Min. f. 5 Lampen bei 35 €/h]	10,50 €/a (35 €/h * 0,5 h) * (600 h/a)/1.000 h	1,31 €/a (35 €/h * 0,5 h) * (600 h/a)/8.000 h
Jahreskosten	58,47 €	14,19 €
- davon Mieter	45,00 €	8,40 €
- davon Vermieter	13,47 €	5,79 €
Kostenersparnis des Vermieters	**57 %**	
weitere Annahmen: 5 Lampen pro Treppenhaus, Strompreis 0,20 €/kWh, Sockel E 27, Betriebsdauer 600 h/a		

Tabelle 21 Einsparung von Beleuchtungskosten beim Treppenhauslicht

Ersatz von Halogenlampen, z.B. in Aufzügen: Halogenlampen haben in den letzten 20 Jahren in vielen Fällen Glühlampen abgelöst. Wenig bekannt ist, dass es *innerhalb* der Halogenlampen energiesparende Alternativen gibt, nämlich IRC-Lampen.

	herkömmliche 12 V-Kaltlicht – Reflektorlampe	energiesparende 12 V- Halogenlampe (IRC-Technik)
Watt (ohne Trafo)	50	35
mittl. Lebensdauer	2.000 h	5.000 h
Preis pro Lampe	2,39 €	4,40 €
Energieverbrauch (ohne Trafo)	2.628 kWh/a	1.839 kWh/a
Energiekosten	525 €/a	368 €/a
durchschn. Lampenkosten	62,80 €/a (6 Stck*2,39 €/Stck * (8760 h/a)/2.000 h)	46,26 €/a (6 Stck*4,40 €/Stck*(8.760 h/a)/5.000 h)
Auswechselkosten [30 Min. f. 6 Lampen bei 35 €/h]	76,65 €/a (35 €/h*0,5 h) * (8.760 h/a)/2.000 h)	30,66 €/a (35 €/h*0,5 h) * (8.760 h/a)/5.000 h)
Jahreskosten	664 €	445 €
- davon Mieter	525 €	368 €
- davon Vermieter	139 €	77 €
Kostenersparnis des Vermieters	**45 %**	
weitere Annahmen: 6 Lampen pro Kabine, Strompreis 0,20 €/kWh, Sockel GU 5.3, Betriebsdauer 8.760 h/a		

Tabelle 22 Einsparung von Beleuchtungskosten in Aufzügen

Produktnamen für IRC-Halogenlampen sind z.B.: Osram Decostar 51 Energy Saver, Philips Masterline ES.

Noch energiesparender als IRC-Halogenlampen sind Energiesparlampen und die Abschaltung der Lampen bei Nichtbenutzung.

Optionen für den Gesetzgeber

Die Bundes- und Landesgesetzgeber könnten ordnungsrechtlich sowohl technische als auch Informations-Impulse geben. Geeignete Orte wären die Energieeinsparverordnung, die Bauordnungen der Länder und z.B. das geplante Energieeffizienzgesetz.

Als technische Impulse könnten für einige wichtige Gebäude-Infrastrukturelemente wie Aufzüge, Gemeinschaftsbeleuchtungen und Außenheizungen Mindestanforderungen formuliert werden, die bei Errichtung und Modernisierung von Gebäuden einzuhalten sind. In Landesenergiegesetzen ließen sich bestimmte Anwendungen wie Dachrinnenheizungen aber auch verbieten.

Vorschläge für Mindestanforderungen sind:

- Bei Außenheizungen: eine automatischen Steuerung und Regelung der Heizenergie in Abhängigkeit von Zeit, Temperatur und Feuchte.
- Bei Beleuchtung: Verbot der Anwendung von Glühlampen im Bereich von Gemeinschaftseinrichtungen (Treppenhäuser, Durchgänge, Tiefgaragen u.ä.). Dies kann durch ein produktneutrales Verbot der Verwendung von Lampen bestimmter Energieeffizienzklassen erreicht werden.
- Aufzug: Für Wohngebäude dürfen nur Aufzüge verwendet werden, die sowohl im Stillstandsbetrieb wie im Fahrbetrieb mindestens die Energieeffizienzklasse A oder B nach VDI 4707 erreichen.

Bei etlichen anderen Allgemeinstromanwendungen erscheint es nicht zielführend, für jede Produktgruppe (z.B. Breitbandverstärker) eigene Anforderungen zu erlassen. Vielen gemeinsam ist, dass es einen Standby-Betrieb gibt. Insofern reicht es, wenn allgemein die Anforderung besteht, dass ein Gerät im Bereitschaftsszustand maximal eine elektrische Leistungsaufnahme von 1 bzw. 2 W haben darf.

Als Informationsimpulse sollte über eine Erweiterung der Angaben in den Energieausweisen nachgedacht werden. Der Energieausweis für Wohngebäude soll dem künftigen Nutzer den zu erwartenden Energieverbrauch des Gebäudes transparent machen. Bisher wird im Energieausweis jedoch nur der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser einschließlich Hilfsenergie dargelegt, nicht aber der gesamte für die Nutzung des Gebäudes notwendige Energiebedarf. Insofern ist es ein konsequenter Schritt, auch den übrigen Energiebedarf, der für die Nutzung des Gebäudes erforderlich ist, künftig im Energieausweis zu berücksichtigen.

Bei bestehenden Gebäuden ist es ohne großen Aufwand möglich, den Strom*verbrauch* der gesamten Gebäudeinfrastruktur zu erfassen und darzustellen: Der Verbrauch wird ohnehin über Allgemeinstromzähler erfasst und auf die Mieter umgelegt.

Bei Neubauten bzw. nach größeren Renovierungen wird es schwieriger. Hier gibt es bisher keine Leitlinien und keine Rechenwerkzeuge, um auf der Basis gewählter Ausstattungen (z.B. Fahrstuhl, Hebeanlage) den zu erwartenden Stromverbrauch (=Strombedarf) ausrechnen zu können. Diesem Umstand könnte man folgendermaßen Rechnung tragen:

Im Energieausweis wird eine Tabelle zum Ankreuzen wichtiger, den Allgemeinstromverbrauch besonders stark beeinflussender Infrastrukturelemente vorgesehen. So wird bereits jetzt mit Anlagen zur Lüftung verfahren. Solche zu nennenden Infrastrukturelemente und ein möglicher Begleittext wären:

„Im Gebäude sind folgende Infrastruktureinrichtungen vorhanden, die den Stromverbrauch besonders beeinflussen:

- □ *Heizung im Außenbereich. (Treppen-, Podest-, Dach-, Dachrinnenheizungen, Heizungen von Tiefgaragenrampen u. ä.)*
- □ *Aufzug*
- □ *Gemeinschaftssauna, -hallenbad*
- □ *Sonstige (Tiefgarage, Parksystem, andere)“*

Optionen für Förderinstitutionen

Bund, Länder, Kommunen und andere fördern Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich. Um die Energieeffizienz im Bereich von Allgmeinstrom-Anwendungen zu steigern, sollten solche Programme in Zukunft auch Effizienzmaßnahmen bezüglich Allgemeinstrom-Anwendungen umfassen. Denkbar sind z.B. Erweiterungen beim KfW-CO_2-Gebäudesanierungsprogramm. Hier ließe sich durch eine Änderung der technischen Anforderungen z.B. Einfluss auf die Energieeffizienz von installierten Aufzügen nehmen. Aufzüge werden im Zuge der umfangreicher Modernisierungen ohnehin eingebaut. Dann ist die richtige Gelegenheit, auf die Energieeffizienz Einfluss zu nehmen.

Im Vor-Ort-Beratungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie könnte in den Anforderungskatalog für Beratungen bei Mehrfamilienhäusern aufgenommen werden, dass der Bereich „Allgemeinstrom“ mitbehandelt werden muss. Und durch einen Förderschwerpunkt „Energieeffizienz im Strombereich“ des BMU oder des BMFT könnten 100 modellhafte Sanierungen von Mehrfamilienhäusern gefördert und damit beispielhafte, vorbildliche Allgemeinstrom-Effizienzmaßnahmen demonstriert werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich bis vor Kurzem kaum jemand mit der Verbesserung der Energieeffizienz im Bereich der Allgemeinstrom-Anwendungen auseinander gesetzt hat. Impulse waren im Verlauf des Projekts vor allem begleitend zu den Diskussionen um Klimaschutz und hohe Energiepreise im 1. Halbjahr 2008 zu spüren.. Es wird aber wohl noch einige Jahre dauern, bis dieser Bereich der vermeintlichen Bagatellen von den Herstellern, Planern, Hauseigentümern und Mietern breit zur Kenntnis genommen wird. Wir hoffen, dass diese Studie hierzu einen kleinen Beitrag leisten kann.

9 Literaturverzeichnis

[ABUS 2008] Bewegungsmelder (Hauptseite), ABUS Security-Center. www.abus-sc.de/silver.econtent/catalog/products/Alarmanlagen/Draht-Hybridalarmsysteme/Alarmmelder. Vom 29.10.2008.

[Amansis 2008] Amansis. Internetversandhaus, Produktangebot. www.amansis.de/garten-solarlampe-edelstahl-p-148.html. Vom 8.12.2008.

[Bauer 2000] Bauer, S., Feuermeldeanlagen/Rauchmelder. mitglied.lycos.de/BauerSebi/BOS-Funk/Feuerwehr-Spezielles/Feuermeldeanlagen.htm. Vom 21.10.2008.

[Bauzentrale 2006] Steildach- und Dachrinneheizung für mehr Sicherheit auf dem Dach. In: www.bauzentrale.com/news/2006/0385.php4. Vom 5.2.2008.

[Bayreuth 2006] Bayreuther Mietenübersicht 2006. Hrsg.: Geschäftsstelle des Gutachterausschusses für Grundstückswerte. www.mietspiegelportal.de/mietspiegeldatenbank/mietspiegel-bayreuth.pdf. Von Febr. 2008.

[BfS 2005] Maßnahmen zum Schutz vor erhöhten Radonkonzentrationen in Gebäuden. www.bfs.de/de/ion/radon/bfs/druck/infoblatt/radon_Massnahmen. Hrsg.: Bundesamt für Strahlenschutz. 2005. Vom 4.11.2008.

[BfS 2008] www.bfs.de/de/ion/radon/radon_boden/radonkarte.html. Hrsg.: Bundesamt für Strahlenschutz. 2008. Vom 4.11.2008.

[big bremen 2008] Bremer Investitionsgesellschaft. www.big-bremen.de/sixcms/media.php/662/RGB_Port-Geb%E4ude%20in%20der%20%DCberseestadt.jpg. Von Nov. 2008.

[BMWA 2005] Technische und rechtliche Anwendungsmöglichkeiten einer verpflichtenden Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte. Forschungsstelle für Energiewirtschaft FfE e.V. (München), Institut für Technik- und Umweltrecht der TU Dresden, Fraunhofer-Institut f. Systemtechnik und Innovationsforschung (Karlsruhe). Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Dienstleistungsvorhaben 53/03. 2005.

[BMWT 2008] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiegewinnung-und-energieverbrauch4-eev-nach-energietraegern,property=blob,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.xls. Vom 30.10.2008.

[Böhnke 2008] Blue Modus – Die Sparsamkeit mit Energie. Böhnke + Partner. In: Liftreport Ausgabe 1/2008, S. 108-111.

[Böde et al. 2000] Böde, U. Bradke, H. Cremer, C. Detaillierung des Stromverbrauchs privater Haushalter in der Bundesrepublik Deutschland 1997-2010. Hrsg. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Karlsruhe. 2000.

[Bonn 2007] Textlicher Teil zum Qualifizierten Mietspiegel der Bundeshauptstadt Bonn. In: www.bonn.de/umwelt_gesundheit_planen_bauen_wohnen/mietspiegel/index.html?lang=de. Vom Febr. 2008.

[Bottrop 2005] Mietspiegel für nicht preisgebundene Wohnungen in Bottrop. 2005. In: www.bottrop.de/stadtleben/downloads/Mietspiegel_2005_Bottrop.pdf. Vom Febr. 2008..

[Brem EG 1991] Gesetz zur Förderung der sparsamen und umweltverträglichen Energieversorgung und Energienutzung im Lande Bremen. Vom 17. September 1991In: Brem.GBl. S. 325, zuletzt geändert am 15. November 2005, Brem.GBl. S. 573.

[BremGaVO] Bremische Verordnung über Garagen und Stellplätze (BremGaVO). Vom 10. November 1980.In: Brem.GBl. 1980, S. 281, geändert 21.11.2006.

[BremLBO] Bremische Landesbauordnung vom 27.3.1995. In: Brem.GBl. S. 211 ff. Bremen. 1995.

[Bush, Gasser, Nipkov 2007] Bush, E., Gasser, S., Nipkow, J. Der typische Haushalts-Stromverbrauch. Energieverbrauch von Haushalten in Ein- und Mehrfamilienhäusern. In: Bulletin SEV/VSE 19/2007. S. 24-26.

[Chemnitz 1999] METZI drückt den Strom zurück in die Dose. Presseinformation 02/26/1999 der Technischen Universität Chemnitz. http://idw-online.de/pages/en/news9392.

[Chemnitz o.J.] Energieverbrauch von Aufzügen. Technische Unisversität Chemnitz, Prof Hofmann. www.energiekosten-unternehmen.de/energieverbrauch-von-aufzuegen.php.

[Conrad 2008] Fa. Conrad, Internetshop, Preisrecherche. www1.conrad.de/scripts/wgate/zcop_b2c/~flN0YXRIPTI1NjQ2MTc1NzA=?direkt_aufriss_area=SHOP_B2C_Light&~template=PCAT_AREA_S_browse&p_page_to_display=&catalogs_sub_id=sub8&aktiv=8&navi=oben . Vom 8.12.2008.

[Cremer et al. 2003] Cremer, Eichhammer, Friedewald, Georgieff, Rieth-Hoerst, Schlomann, Zoche; Aebischer, Huser. Der Einfluss moderner Gerätegenerationen der Informations- und Kommunikationstechnik auf den Energieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2010. Hrsg.: Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung. Karlsruhe. 2003.

[DAB 2008] Energie sparen im Aufzugsschacht. In: Deutsches Architektenblatt. Heft 11. 2008. S. 73.

[Dantotec 2004] Alarmmelder und Alarmsensoren, Dantotec GmbH. www.dantosec.de/Alarmmelder-und-Alarmsensoren. Vom 21.10.2008.

[Darmstadt 2008] Mietspiegel für Darmstadt 2008. In: www.portal-darmstadt.de/files/miete/mietspiegel_2008.pdf. Vom 19.11.2008.

[Defromat 2008a] Fa. Defromat Heizelektrik. www.defromat.de/de/produkte/freiflaechenheizung/freiflaechenheizung.php?navid=12. Vom 3.12.2008.

[Defromat 2008 b] Fa. Defromat Heizelektrik. www.defromat.de/de/produkte/dachrinnenheizung/dachrinnenheizung.php Vom 3.12.2008.

[dena 2008] Deutsche Energie-Agentur GmbH. Initiative Energie Effizienz. Energiesparlampen-Ratgeber. www.stromeffizienz.de/stromsparen/beleuchtung/esl01/ratgeber0.html. Von Nov. 2008.

[DEVI 2006] Sicher durch den Winter – Elektrische Heizkabelsysteme von DEVI™. Hrsg.: DEVI Deutschland. Flensburg. März 2006.

[DEVI 2007] DEVIHEAT Kompendium. Hrsg.: DEVI Deutschland. Flensburg. Mai 2007.

[DIN EN 81] DIN EN 81-1: 2000-05. Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen. Teil 1: Elektrisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge. Beuth-Verlag. Berlin. 2000.

[DIN EN 12464-1:2003] Deutsches Institut für Normung. Anforderungen an Beleuchtung für Sehleistungen und Komfort von Arbeitsstätten. Berlin. 2003.

[DMB 2007] Presse aktuell vom 20. Dezember 2007. Der Betriebskostenspiegel. Hrsg.: Deutscher Mieterbund.

[Dortmund 2008] Mieterverein Dortmund. In: www.mieterverein-dortmund.de/downloads_/Mietspiegel_DO_2008.pdf. Vom 19.11.2008.

[D+H 2008] Firma D+H. www.textkonzept.com/d+h/D+H%20Deutschland/Lichtkuppelantrieb.htm. Vom 25.11.2008.

[Eco-Plan 2005] eco-plan Architekturbüro, Schweiz, Projekt Hochdorf. www.eco-plan.ch/bilder/hochdorf/laubengang.jpg. Vom Nov. 2008.

[Elaax 2006] Doppelparker. Fa. Elaax. www.elaax.ch/bilder/doppelparker/pl_a.gif. Vom 4.12.2008.

[Enocean 2008] Unitronic AG, Produktinfo Enocean easyfit. 2008.

[Ensto 2006] Fa. Ensto. Produktbeschreibung Beleuchtung und PIR-Beleuchtungssteuerung. 2006.

[E VDI 4707] Entwurf VDI-Richtlinie 4707:2007-12. Aufzüge Energieeffizienz. Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf. 2007.

[Fakro 2006] Außenrollladen ARZ-H, ARZ-E, ARZ Solar, ARK-E, FAKRO Dachfenster GmbH. www.fakro.de/htmlde/137.php. Vom 4.11.2008.

[Feller 2008] Fa. Feller, Betriebsanleitung, Bewegungs- und Präsenzmelder, Pirios, Pirios erleben, www.feller.ch/lang_d/elearning/pirios/index.asp. Von Nov. 2008.

[FGL 1996] Fördergemeinschaft Gutes Licht. Beleuchtungselektronik schafft wirtschaftliches Licht. In: Energie Dialog, Heft 2/1996, S. 27-28.

[FGL 2008] Fördergemeinschaft Gutes Licht, www.licht.de. Diverse Internetseiten.

[FGL 2008 a] Fördergemeinschaft Gutes Licht, Lichtforum 17, LED-Licht aus der Leuchtdiode. ISBN 3-926-193-33-6.

[FGL 2008 b] Fördergemeinschaft Gutes Licht, licht.wissen 10, Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung. Frankfurt. 2008.

[FGL 2008 c] Fördergemeinschaft Gutes Licht, Lichtforum 53, Tageslicht und künstliche Beleuchtung. Frankfurt. 2008.

[FGL 2008 d] http://www.licht.de/de/licht-fuer-profis/lichtanwendungen/content/lichtgebaude/privathaus/lichtgebiet/treppen/lichtstandard/normen_din_5035_beleuchtung_mit_kuenstlichem_licht/lichtscene/beleuchtungsdauer_von_treppenhaeuser/. Vom 20.02.2009.

[FGL 2008 e] www.licht.de/de/licht-know-how/lichtmanagement/dali/ Vom 19.2.2009.

[FGL 2008 f] http://www.licht.de/de/licht-fuer-profis/lichtanwendungen/content/lichtgebaude/seniorenheim/lichtgebiet/parkgarage/. Von 20.02.2009.

[FGL 2008 g] http://www.licht.de/de/licht-fuer-profis/lichtanwendungen/content/lichtgebaude/privathaus/lichtgebiet/hauseingang/lichtstandard/normen_din_en_12665202_licht_und_beleuchtung_grundlegende_begriffe_und_kriterien_fuer_die_festleg/lichtscene/beleuchtung_der_hausnummer/. Vom 20.02.2009.

[Frankfurt 2006] Mietspiegel 2006. Frankfurt am Main. In: www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Mietspiegel_2006%20Auszug.pdf vom Febr. 2008.

[GdW 2007] Wohnungswirtschaftliche Daten und Trends 2007/2008. Zahlen und Analysen aus der Jahresstatistik des GdW. Hrsg.: GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. Hamburg. 2007.

[Giel o.J. a] Giel, D. Energiesparen im Unternehmen. Energieverbrauch Aufzug-Beleuchtung. www.energiekosten-

unternehmen.de/energieverbauch-und-stromverbrauch-beleuchtung-aufzug-kabine-senken.php. Vom 15.9.2008.

[Giel o.J. b] Giel, D. Energieverbrauch durch moderne Aufzugsteuerung senken. www.energiekosten-unternehmen.de/energieverbauch-und-stromverbrauch-aufzug-senken-durch-moderne-steuerung.php. Vom 15.9.2008.

[Hagen 2007] Informationen zum Umweltschutz. Radon in Gebäuden. Ein Ratgeber für Hagen. Hrsg. Stadt Hagen. Hagen. 2007.

[Hansewasser 2008] Hansewasser. www.hansewasser.de/fm/67/hanseWasser_WennderRegen.pdf. Vom 25.11.2008.

[Helmholtz 2007] Radon in Wohnhäusern: Unterschätzte Krebsgefahr. FLUGS-Fachinformationsdienst. Hrsg.: Helmholtz Zentrum München. München. 2007.

[Hellmich 2008] Hellmich, J. Energieeffizienz von Aufzügen. Böhnke + Partner. www.boehnkepartner.de/presse/2008/2008_Boepa_Energieeffizienz_von_Aufzuegen_Handzettel.pdf. Vom 6.10.2008.

[Helmle 2007] Helmle, T. Der perfekte Antrieb. www.lift-report.com/main.php?init=nav&mcat=2&ncat=3&scat=161&page=10&vim=448. Vom 1.10.2008.

[Hessen 2005] Gutes Lichtklima, Ratgeber zur energieeffizienten Beleuchtungsmodernisierung, Hrgs.: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung. Qiesbaden. 2005.

[hhni 2008] Hochhaus Neu-Isenburg, Informationsplattform der Wohngemeinschaft Frankfurter Str. www.hhni.de/pics/Aktuelle_Informationen/Archiv_2004/Kellerflur_640.jpg. Vom Nov. 2008.

[HKBB 2008] HES-Turbo E, Haustechnik-Kontor Berlin-Brandenburg. www.hkbb.de/haustechnik/physikalische-wasserbehandlung/hes-turbo-e. Vom 26.11.2008.

[Hörmann 2007] Fa. Hörmann, Garagetorantriebe. siehe: http://www.hoermann.de/daten/katalog/de/de/pdf_prospekt/garagentor_antriebe_20070917115620_ca.pdf. Vom 26.3.2008.

[Impeller 2008] Impeller, c/o VSX – Vogel Software, Dresden. http://impeller.net/magazine/news_de/doc440x.asp. Vom 25.11.2008.

[JIMI CZ 2005] JIMI CZ. Elektrische Feuermeldeanlage. http://jimisk.sk/pozarni-signalizace_de.php. Vom 21.10.2008.

[Jung 2008 a] Produktkatalog Haustechnik, Jung Pumpen GmbH, Pentair Water. 2008.

[Jung 2008 b] Kellerentwässerungspumpen U 3 K. Jung Pumpen GmbH. siehe www.jung-pumpen.de/de/pdf/datenblatt_haustechnik_u_3_k.pdf.

[Jung 2008 c] Kellerentwässerungspumpen U 6 K. Jung Pumpen GmbH, siehe www.jung-pumpen.de/de/haustechnik_u_6_k.htm. Vom 27.10.2008.

[Kemski et al. 2008] Kemski, J. Klingel, R. www.radon-info.de. Glossar. www.radon-info.de/shtml/rn_glossar.shtml#07 . Vom 04.11.2008.

[Kiel 2006] Mietspiegel Kiel 2006. In: www.kiel.de/Aemter_61_bis_92/55/Mietspiegel.pdf. Vom 19.11.2008.

[Krupp 2003] Glossar von ThyssenKrupp AG: www.thyssenkrupp-elevator.com/Glossar.95.0.html Vom 16.9.2008.

[Krupp 2008] NN. Mikrocomputer für große Gebäude. www.thyssenkrupp-aufzuege.at/Steuerung.407.0.html vom 24.9.2008.

[Lamilux 2008] Lamilux, Heinrich Strunz GmbH. www.lamilux.de Vom 25.11.2008.

[LBO HH 2005] Hamburgische Bauordnung. In: HmbGVBl. 2005, S. 525.

[LED-Info 2008] Recherche-Portal. Hauke Haller, Kremperheide. www.led-info.de/produktrecherche/led-leuchten/innenraum/raumbeleuchtung.html. Vom Okt. 2008

[LEDsolutions 2008] Knauer, Wuppertal. www.ledsolutions.de/Referenzen/body_referenzen.html. Vom 9.12.2008.

[LIG 2008] Lighting Innovation Group AG. www2.lig.ht/WGAPublisher/lichttechnik/html/default/bnen-6g8qm4.de.html. Vom Nov. 2008.

[LGA BaWü 2002] Lüftung. Energieeffiziente Lüftungsanlagen in Betrieben. Hrsg.: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Informationszentrum Energie. Stuttgart. 2002.

[MBB 2005] Berliner Betriebskostenübersicht des Jahres 2003. Veröffentlicht im Berliner Mietspiegel 2005. Mieterschutzbund Berlin e.V.

[MBB 2007] Berliner Betriebskostenübersicht des Jahres 2005. Veröffentlicht im Berliner Mietspiegel 2007. Mieterschutzbund Berlin e.V. In: www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/mietspiegel/de/download/Mietspiegel2007.pdf.

[Meermann et al. 2006] Meermann, F. Terhorst, T. Aufzüge – Bedarf und Innovation, In: HLH. Heft 4. 2006. S. 83 – 87.

[MHH 2007] DMB Betriebskostenspiegel für Hamburg. www.mieterverein-hamburg.de/mieterverein-politik/betriebskostentabelle_2005.htm.

[Miele 1973] Miele. Datenblatt Waschvollautomat W 406 / W 407. Stand 1.10.73.

[Miele 1982] Miele. Datenblatt Wasch-Schleuder-Automat WS 5105 / C. Stand: 4.82.

[Miele 1999] Miele. Datenblatt Waschvollautomat WS 5408. Stand 16.9.1999.

[Miele 2006] Miele. Datenblatt Waschvollautomat PW 5065. Stand: 23.1.2006].

[München 2007] Mietspiegel für München 2007. In: www.muenchen.de/cms/prod2/mde/_de/rubriken/Rathaus/85_soz/04_wohnenmigration/07_mietspiegel/mietspiegel2007.pdf. Vom Febr. 2008.

[Nipkow 2005] Nipkow, J. Elektrizitätsverbrauch und Einspar-Potenziale bei Aufzügen. S.A.F.E. Schweizerische Agentur für Energieeffizienz. Zürich. 2005. web484.login-27.hoststar.ch/files/Aufz_ge-Schlussbericht-11-05.pdf . Vom 8.9.2008

[Nipkow 2006 a] Nipkow, J. Energieverbrauch und Einsparpotenziale bei Aufzügen. In: Bulletin SEV/VSE. 9/2006.

[Nipkow 2006 b] Nipkow, J. Beträchtliche Stromsparmöglichkeiten bei Aufzügen. http://www.sia.ch/d/aktuell/presse/fachartikel/20060601_aufzuege.pdf. Vom 24.9.2008.

[Nowotka 2007] Nowotka. Standby-Verbrauch verschiedener Geräte. www.heiz-tipp.de/ratgeber-961-stand_by_verbrauch.html. Vom 07.10.2008.

[OLG Koblenz] Oberlandesgericht Koblenz, AZ 5U 324/95. Zitiert nach: [FGL 2008].

[Osram 2008] Fa. Osram. Diverse Internetseiten. www.osram.de. 2008 / 2009.

[Osram 2008 a] www.osram.de/osram_de/Consumer/Beleuchtung_fuer_Zuhause/Gluehlampen/EU-Richtlinie/index.html. Vom 19.2.2009.

[Osram 2008 b] www.osram.de/osram_de/Professionals/EVG_und_LMS/EVG_fuer_FL_und_CFL/EVG_mit_Dimmfunktion_und_DALI/DALI/index.html. Vom 20.2.2009.

[Osram 2008 c] www.osram.de/osram_de/Tools_%26_Services/Training_%26_Wissen/Webbased_Training/ptp_de/PTP_Popup.jsp. Vom 20.2.2009.

[Otis 2008] NN (Fa. Otis Aufzüge). Aufzüge - Die Gen2 Familie stellt sich vor. www.otis.com/site/at/pages/Gen2Family.aspx?menuID=2 . Vom 22.10.2008.

[PEHA 2007] Fa. Peha Produktinfo Funksystem easyclick. S. 15. 2007.

[Pistohl 2007 a] Pistohl, W. Handbuch der Gebäudetechnik. Band 1. Köln. 2007.

[Pistohl 2007 b] Pistohl, W. Handbuch der Gebäudetechnik. Band 2. Köln. 2007.

[Pfannstiel 2008] Pfannstiehl, D. Intelligente Gebäudetechnik für Effizienz, Sicherheit und Komfort. In: HLH. Heft 7. 2008 und www.diwitech-pfannstiel.de/Light_-Building_2008_HLH_Teil_2.pdf Vom 20.10.2008.

[Prinz 2001] Prinz, C. Sicherheitsaspekte im Wohnbau, In: Infoservive Wohnen und Bauen. www.iswb.at/forschung/Wbfoe/2001/2001-2_Prinz.pdf. 2001.

[Rademacher o. J.] Fa. Radermacher. Prospekte von Rollotron Troll 50 und (Funk-)Rohrmotor & Fernotron. rademacher.de/seiten/service/prospekte.cfm. Vom Nov. 2008

[Rademacher 2006] Fa. Radermacher. Prospekt: HPR-Rator-2004 (09.06).

[Radium 2008] Fa. Radium, die Lichtmarke, Produktkatalog Licht 2008/2009. Hrsg.:Radium Lampenwerk Wipperfürth.

[Recknagel 2007] Recknagel. Sprenger. Schramek. Taschebuch für Heizung+Klimatechnik. 73. Auflage. Wien. München. 1999.

[Roas 2007] Roas, D. Betriebsverordnung von Aufzugsanlagen. Sicherheitstechnische Bewertung bis Ende 2007 gefordert. In: HLH. 12/2007.

[Roto o. J.] Fa. Roto Dach- und Solartechnologie. www.roto-bauelemente.de/ Vom 4.11.2008.

[SAGA 2008] Wohnungsunternehmen SAGA in Hamburg. In. www.verivox.de/News/ArticleDetails.asp?aid=9503. Vom 11.2.2008.

[Schindler 2000] Schindler. Geschäftsbericht, Tätigkeitsbericht 2000 des Verwaltungsrates der Schindler Holding, www.schindler.com/group_pdf_gb_deutsch00.pdf vom 6.10.2008.

[Schwimmbad 2008] Fachschriften-Verlag, Fellbach. www.schwimmbad.de/ratgeber/pooltechnik_152.php. Vom Nov. 2008.

[Secplan 2008] VdS Bewegungsmelder. SECPLAN Technik. www.secplan.de/index.html?alarmanlage_veritas.htm. Vom 29.10.2008.

[Spaun 2007] Fa. Spaun, Hauptkatalog, Edition 11, 2007. www.spaun.de/?lang=de&modul=catalogues.

[SIA 2006] Schweizerischer Ingenieur-Verein. www.sia.ch/d/aktuell/presse/fachartikel/20060601_aufzuege.pdf.

[Somfy 2008] Fa. Somfy. Antriebe und Steuerungen. Gesamtkatalog 2008/2009, S. 213 ff.

[STÄWOG 2007] Wohnungsgesellschaft STÄWOG, Bremerhaven. Pers. Mitteilung. 2007.

[Stiers 2008] Fa. Stiers, Architekturbeleuchtung, Außenlicht. www.glaspalast.net/aussenbeleuchtung_fassadenbeleuchtung.html. Vom Nov. 2008.

[Sun-Pools 2008] Produktinfos der Firma: Sun-Pools Schikora. www.sun-pools.de/zb/schwimmbad_zubehoer.html. Vom Okt. 2008.

[test 2008 a] Ökodesignrichtlinie. Strenger bei Standby. Stiftung Warentest. In: test. Heft 9. 2008. S. 57.

[test 2008 b] Die Sparprofis. Hrsg.: Stiftung Warentest. In: test. Heft 3. 2008. S. 64-68.

[test 2008 c] Leuchtdioden, Das Licht der Zukunft. Hrsg.: Stiftung Warentest. In: test. Heft 3. 2008. S. 69.

[test 2008 d] LED-Lampen keine Alternative zu Energiesparlampen. Hrsg.: Stiftung Warentest. In: test. Heft 8. 2008. S. 53

[test 2009] Sie brennt und brennt und… Hrsg.: Stiftung Warentest. In: test. Heft 1. 2009. S. 74-75

[test 2009 a] Hoffnungsschimmer LED. Hrsg.: Stiftung Warentest. In: test. Heft 2. 2009. S. 67

[Theiß 2000] Theiß, E. Gebäudetechnik Band 1. Beleuchtungstechnik. Neue Technologien der Innen- und Außenbeleuchtung. Oldenbourg Industrieverlag. 2000.

[T. I. P. 2008 a] Drainage-Tauchpumpe INTEGRA 440 FS, T. I. P. Technische Industrie Produkte GmbH. www.tip-pumpen.de/detail_integra440fs.php. Vom 27.10.2008.

[T. I. P. 2008 b] Klarwasser-Tauchpumpe TKV 8000, T. I. P. Technische Industrie Produkte GmbH. www.tip-pumpen.de/detail_tkv8000.php Vom 27.10.2008.

[TU Chemnitz 1999] www.tu-chemnitz.de/tu/presse/1999/02.26-14.32.html. Vom 29.10.2008.

[UBA 2003 a] Neues zum Thema Leerlaufverluste. Hrsg.: Umweltbundesamt. 2003/4.

[UBA 2003 b] Umweltbundesamt. Neues zum Thema Leerlaufverluste. 2003/4. Ausgabe 20 vom 20.11.2003, www.umweltbundesamt.de/energie/leerlauf/download/nztl-2003-4_20_a2.pdf. Vom 07.10.2008.

[Velux o.J. a] Energie sparen mit Rollläden. Fa. Velux. www.velux.de/Produkte/Sonnenschutz_Rollladen/Rolllaeden/Energie_sparen/. Vom 29.11.2008.

[Velux o.J. b] Solarbetriebener Aussenrollladen. Fa. Velux. www.velux.ch/de-CH/Produkte/blinds-shutters/Roller_Shutters/Solar/. Vom 4.11.2008.

[Velux o.J. c] Fa. Velux. siehe http://www.velux.de/Produkte/RWA-Anlagen/RWA-System/. Vom 25.11.2008.

[Venzke 2006] Venzke GmbH. Der Zetatop. www.venzke.de/index.php?article_id=53&clang=0. Vom 10.09.2008.

[Waidmann et al. 2008 a] Waidmann, R. Theisinger, W. Aufzüge und Fahrtreppen. www.baunetzwissen.de/standardartikel/Aufzuege-und-Fahrtreppen_Hydraulikaufzug-direkt-angetrieben-_149058.html. Vom 15.8.2008

[Waidmann et al. 2008 b] Waidmann, R. Theisinger, W. Fahrkorbbeleuchtung. bauwelt.baunetz.de/sixcms_4/sixcms/detail.php?object_id=12&area_id=1001&id=59174]. Vom 10.09.2008.

[Wellpott 1994] Wellpott, E. Technischer Ausbau von Gebäuden. 6. überarbeitete Auflage. Stuttgart. 1994.

[Wilo 2005] Katalog Abwasser – Schmutz- und Abwasserhebeanlagen, Schachtpumpstationen. Wilo-Katalog C3. Wilo SE. Dortmund 2005.

[Wilo 2007] Katalog Wasserversorgung – Druckerhöhungsanlagen, Wilo-Katalog B4, Wilo SE. Dortmund .2007.

[Wilo 2008] Wilo Select. - Pumpen-Intelligenz. Software WILO SE. Dortmund 2008.

[Wöhr 2008] Datenblatt Autoaufzug, Fa. Otto Wöhr und J.C. Baumann Aufzüge-Förderanlagen. www.woehr.de/downloads/datenblaetter/autoaufzug/autoaufzug.pdf. Vom 25.11.2008.

[Wöhr o. J. a] Parkplatte 501. Fa. Otto Wöhr. www.woehr.de/de/produkte/parkplatte/501.php. Vom Nov. 2008.

[Wöhr o. J. b] Multiparker 710-730. Fa. Otto Wöhr. www.woehr.de/de/produkte/multiparker/710_730.php.

[Wyss-Iseli 2006] Wyss-Iseli, B. Bern, Inselspital, Erneuerung der Aufzugsanlagen im Bettenhochhaus. Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern. Nov. 2006. www.bve.be.ch/site/bve_agg_dok_faltblatt_insel_aufzugsanlagen.pdf. Vom 6.10.2008.

[youhome 2008] Internet-Baujournal, www.youhome.de. www.youhome.de/uploads/RTEmagicC_Garten111_MetaldesignBaalcke.jpg.jpg. Vom Dez. 2008.

Anlage 1: Literaturwerte zur Arbeit und Leistung von Allgemeinstrom-Anlagen

	Gerätetyp	**Energieverbrauch pro Gerät**											**Quellen, Bemerkungen**
		Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb			Schein-Aus			Aus	Total	
		Leistung	Nutzzeit	Verbrauch	Leistung	Nutzzeit	Verbrauch	Leistung	Nutzzeit	Verbrauch	Nutzzeit	Verbrauch	
		[W]	[h/a]	[kWh/a]	[W]	[h/a]	[kWh/a]	[W]	[h/a]	[kWh/a]	[h/a]	[kWh/a]	
	"Klingelanlage"	4,0	4	0,016	2,0	8.756	18	0	0	0	0	18	[Böde et al. 2000, A1]
	Tür-Gegensprechanlage	10,0	4	0	4,5	8.756	39	0,0	0	0	0	39	[BMWA 2005, S. 226]
	Türsprechanlage	10,0	4	0	4,5	8.756	39	0,0	0	0	0	39	[Cremer et al 2003]
	Sattelitenfernsehen: LNB = Low Noise Blockdown Converter), pro empfangener Satellit	4,0	2.300	9	4,0	6.460	26	0,0	0	0	0	35	[Cremer et al. 2003]
	Satellitenfernsehen: Multiswitch mit 2 LNBs	33,0	2.300	76	3,0	6.460						76	[Spaun 2007]
	Satellitenfernsehen: Multiswitch mit 1 LNB	15,0	2.300	35	1,5	6.460						35	[Spaun 2007]
	Fernsehen: Antennenverstärker	4,0	1.873	7	4,0	6.887	28	0,0	0	0	0	35	[BMWA 2005, S. 226]
	Fernsehen: Antennenverstärker	4,0	1.825	7	4,0	6.935	28	0,0	0	0	0	35	[Böde et al. 2000, A1]
	Fernsehen: Antennenverstärker	4,0	1.996	8	4,0	6.764	27	0,0	0	0	0	35	[Cremer et al 2003]
	Fernsehen: Antenneverstärker	8 bis14	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A	k.A.	k.A.	k.A	k.A	k.A	nach Cremer 2003, Anhang S. 76, für Häuser mit bis zu 50 Wohnungen
	Tiefgaragen-Tor			0	4,5	8.699	39						[Hoermann 2007]
	Tiefgaragen-Rampenheizung	k.A.	200				k.A.					k.A.	[Defromat 2008 a]
	Dachrinnenenteisung		200										[Defromat 2008 b]
	Powerline (PLC) -Hauskoppler	4,0	243	1	0,5	8.517	4	0,0	0	0	0	5	[Cremer et al, 2003]

Anlage 2a: Eigene Messergebnisse: Arbeit

Proto-koll-Nr.	Wohn-ein-heiten	zugehörige Wohn- bzw. Nutz-fläche	Zum Gebäude	gemessener Stromkreis	gemes-sene Leistung (Normal-betrieb)	gemes-sene Leistung (Bereit-schaft)	Fak-tor für Pha-sen	Stun-den Mess -zeit-raum	gemes-sene Arbeit	Arbeit pro Tag	mittlere Leistung wäh-rend Messzeit	Lineare Hochrech-nung: Arbeit pro Jahr
	n	m²			[W]	[W]		[h]	[kWh]	[kWh/d]	[W]	[kWh/a]
101	?	? von 1600	MFH. 2 Eingänge	Beleuchtung. 2 Laubengänge H.-Nr. 2 linke Seite. 6*60 W GL. t= 160 s	329	-		504	1	0,05	1,99	17,39
102	? von 31	? von 1600	" "	Treppenhausbeleuchtung H.-Nr. 2. 4* 60 W GL. t= 240 s	240	-		504	2,3	0,11	4,57	40,01
103	? von 31	? von 1600	" "	Treppenhausbeleuchtung Haus-Nr. 4. 6* 60 W GL.	325	-		503	18	0,86	35,77	313,32
104	? von 31	? von 1600	" "	Treppenhausbeleuchtung Treppenhaus Nr. 4 . 4*60 W GL. t=240 s	202	-		503	1	0,05	1,99	17,42
105	? von 31	? von 1600	" "	Beleuchtung H.-Nr. 2. 2 Laubengange rechte Seite. 8 * 60 W GL. t= 120 s	414	-		503	1,8	0,09	3,58	31,36
106	? von 31	? von 1600	" "	1 Klingelanlage , Netzgerät	15	-		503	1,9	0,09	3,78	33,12
46	101	3.549	MFH (Ferien-wohnungen). Bj. 1970er. 8 Geschosse. 1 Eingang.	Treppenhausbeleuchtung 10* 60 W GL. t= 180 s	612	0		600	0,6	0,02	1,00	8,76
47	101	443 von 3.550	" "	Flurbeleuchtung 4. OG. 4* 60 W GL. t=180 s	250	0		600	2,2	0,09	3,67	32,13
48	101	443 von 3.550	" "	Flurbeleuchtung. 7.OG. 3*60 W GL t=180 s	179	0		600	0,8	0,03	1,33	11,68
49	101	3.549	" "	Druckerhöhungsanlage	2200		3	1.796	159,9	6,41	89,06	780,13
97	32	2.500	MFH. 1 Eingang	Kellerlicht, Treppe und Gang. 5*60 W GL. t=240 s	290	-		337	4,7	0,34	13,97	122,35

Proto-koll-Nr.	Wohn-ein-heiten	zugehöri-ge Wohn- bzw. Nutz-fläche	Zum Gebäude	gemessener Stromkreis	gemes-sene Leistung (Normal-betrieb)	gemes-sene Leistung (Bereit-schaft)	Fak-tor für Pha-sen	Stun-den Mess -zeit-raum	gemes-sene Arbeit	Arbeit pro Tag	mittlere Leistung wäh-rend Messzeit	Lineare Hochrech-nung: Arbeit pro Jahr
	n	m²			[W]	[W]		[h]	[kWh]	[kWh/d]	[W]	[kWh/a]
98	32	2.500	MFH. 1 Eingang	Treppenhausbeleuchtung. 11*60 W GL. t=270 s	675	-		336	2,1	0,15	6,25	54,71
99	32	2.500	MFH. 1 Eingang	Licht Kellergang. 3*60W GL	185	-		336	1	0,07	2,98	26,09
65	6	300	MFH. 3 Geschosse. 1 Eingang. Mod. 2007	Außenbeleuchtung				503	0	0,00	0,00	0,00
66	6	300	" "	Treppenhauslicht. ESL 2*18 W. t=120 s	36			503	0,5	0,02	1,00	8,72
58	6	300	MFH. 3 Geschosse. 1 Eingang. Mod. 2007	Beleuchtung 1 Treppenhaus. 3 Geschosse		0		504	0	0,00	0,00	0,00
59	6	300	" "	Sprechanlage 1 Treppenhaus.				503	0	0,00	0,00	0,00
60	6	300	MFH. 3 Geschosse. 1 Eingang. Mod. 2007	Kabel-TV-Verstärker / Steckdosen Keller				503	0	0,00	0,00	0,00
61	6	300	" "	Beleuchtung Keller	120	0		503	0	0,00	0,00	0,00
62	6	300	MFH. 3 Geschosse. 1 Eingang. Mod. 2007	Beleuchtung Treppenhaus. ESL 2 * 18 W.	40	0		503	0,8	0,04	1,59	13,93
63	6	300	" "	Pumpe				503	0	0,00	0,00	0,00
64	6	300	" "	Außenbeleuchtung Rasenfläche		0		503	0	0,00	0,00	0,00

Proto-koll-Nr.	Wohn-ein-heiten	zugehöri-ge Wohn- bzw. Nutz-fläche	Zum Gebäude	gemessener Stromkreis	gemes-sene Leistung (Normal-betrieb)	gemes-sene Leistung (Bereit-schaft)	Fak-tor für Pha-sen	Stun-den Mess-zeit-raum	gemes-sene Arbeit	Arbeit pro Tag	mittlere Leistung wäh-rend Messzeit	Lineare Hochrech-nung: Arbeit pro Jahr
	n	m²			[W]	[W]		[h]	[kWh]	[kWh/d]	[W]	[kWh/a]
69	6	300	MFH. 3 Geschosse. 1 Eingang. Mod. 2007	Treppenhauslicht. 3 Geschosse				501	0	0,00	0,00	0,00
70	6	300	" "	Außenbeleuchtung rundum				501	0	0,00	0,00	0,00
68	6	300	MFH. 3 Geschosse. 1 Eingang. Mod. 2007	Treppenhauslicht. ESL 2*18 W	36			502	0,2	0,01	0,40	3,49
67	6	300	MFH. 3 Geschosse. 1 Eingang. Mod. 2007	Treppenhauslicht 3 Geschosse	36			503	0,4	0,02	0,80	6,97
109	1	120	EFH. Mod. zu Passivhaus 2006	Schwimmer und Nachspeise-Magnetventil zum Einlassen von Trinkwasser in Regenwassertank für Mindestfüllstand				288	0,0768	0,01		2,34
110	1	120	" "	Regenwasser-Förderpumpe. Sie pumpt bei Bedarf (Klospülung) Wasser aus dem Regenwassertank zu 3 Klos + 1 Handwaschbecken	850	0,6		462	3,32	0,17		63,00
20	1	120	" "	Wärmerückgewinnungsanlage mit (nichtelektrischem) Nachheizregister	120							0,00
80	48	720 von 2.880	MFH. 8 Geschosse. 1 Eingang	Flurbeleuchtung. 2.+3. OG. 12*40 W GL mit TLZ	472	-		501	2,8	0,13	5,59	48,93

Proto-koll-Nr.	Wohn-ein-heiten	zugehörige Wohn- bzw. Nutz-fläche	Zum Gebäude	gemessener Stromkreis	gemes-sene Leistung (Normal-betrieb)	gemes-sene Leistung (Bereit-schaft)	Fak-tor für Pha-sen	Stun-den Mess-zeit-raum	gemes-sene Arbeit	Arbeit pro Tag	mittlere Leistung wäh-rend Messzeit	Lineare Hochrech-nung: Arbeit pro Jahr
	n	m²			[W]	[W]		[h]	[kWh]	[kWh/d]	[W]	[kWh/a]
81	48	720 von 2.880	" "	Flurbeleuchtung. EG+1.OG. Glühlampen mit TLZ	579	-		501	12,2	0,58	24,34	213,21
79	48	720 von 2.880	" "	Flurbeleuchtung. 4.+5. OG. 12*40 W GL mit TLZ	493	-		502	2,4	0,11	4,79	41,92
78	48	720 von 2880	" "	Flurbeleuchtung 6.+7.OG. 12* 40 W GL mit TLZ	549	-		502	3,7	0,18	7,38	64,63
73	48	2.880	MFH. 8 Geschosse. 1 Eingang	Klingelanlage	8	-		503	0,6	0,03	1,19	10,44
74	48	2.880	" "	Antennenverstärker	4	-		503	3,2	0,15	6,36	55,70
75	48	720 von 2880	" "	Flurbeleuchtung. 3.+ 4. OG. 12*40 W GL mit TLZ	493	-		503	1	0,05	1,99	17,42
76	48	720 von 2.880	" "	Flurbeleuchtung. 5. + 6. OG. 12*40 W mit TLZ	426	-		503	0,5	0,02	1,00	8,72
77	48	720 von 2.880	" "	Flurbeleuchtung. 7.+8. OG. 12*40 W GL mit TLZ	459	-		503	0,1	0,00	0,20	1,74
91	136	5.857	MFH (Ferien-wohnungen). Bj. 1988. 9 Geschosse. 1 Eingang	Flurbeleuchtung 4. OG. Glühlampen mit TLZ	360	-		529	136,4	6,19	258,09	2.260,86
93	136	5.857	" "	Hallenbad. Gegenstromanlage - Handbetätigung		-	3	1.577	13,7	0,63	8,69	76,09
94	136	? von 5.857	" "	Flurbeleuchtung. 3.OG. t= 1,5 Min. Phase L 1. 1 mal 45W-Lampe	45	-		528	27,2	1,24	51,54	451,49

Proto-koll-Nr.	Wohn-ein-heiten	zugehöri-ge Wohn- bzw. Nutz-fläche	Zum Gebäude	gemessener Stromkreis	gemes-sene Leistung (Normal-betrieb)	gemes-sene Leistung (Bereit-schaft)	Fak-tor für Pha-sen	Stun-den Mess-zeit-raum	gemes-sene Arbeit	Arbeit pro Tag	mittlere Leistung wäh-rend Messzeit	Lineare Hochrech-nung: Arbeit pro Jahr
	n	m²			[W]	[W]		[h]	[kWh]	[kWh/d]	[W]	[kWh/a]
95	136	? von 5857	" "	Flurbeleuchtung. 3.OG. Phase L2. t=90 s. Mehrere Lampen	365	-		528	136,6	6,21	258,83	2.267,39
96	136	?von 5857	" "	Flurbeleuchtung 4.OG Phase L1. t=90 s. 1 Lampe	60	-		532	28,7	1,30	54,00	473,02
27	50	2.276	MFH (Ferien-wohnungen). Bj. ca. 1990. 3 Geschosse, 3 Eingänge.	Filterpumpe f. Schwimmbad	3480	0		980	3410	83,43	3.479,59	30.481,22
31	50	2.276	" "	Licht Flur EG. 4*40 W GL.. t=90 s.	160	0		980	2,3	0,06	2,35	20,56
35	50	2.276	" "	Luftentfeuchter Schwimmbad	-			958	1046,3	26,23	1.092,74	9.572,42
36	50	2.276	" "	Sauna. Öffnungszeiten 7-13 und 15 bis 21.00	-		3	933	270,6	6,96	290,03	2.540,68
37	50	2.276	" "	Solarium. Öffnungszeiten 7-13 und 15-21 Uhr.	-		3	981	0,9	0,02	0,92	8,04
38	50	2.276	" "	Dampfbad	-		3	981	45	1,10	45,89	402,04
39	50	2.276	" "	Treppenhausbeleuchtung. 22 *40 W GL. t= 120 s	880	0		982	5,5	0,13	5,60	49,06
1	14	336	Wohnheim Haus 2	Treppenhausbeleuchtung ESL mit Bewegungsmelder	70	9		1.468	14,1	0,23	9,60	84,14
2	14	336	"	Außenbeleuchtung mit ESL und Bewegungsmelder und Dämmerungschalter	23	0		1.392	8,5	0,15	6,11	53,49
3	14	336	"	Sprechanlage (Siedle, Bj. 1999), 14 Sprechstellen	13	13		1.487	19,5	0,31	13,11	114,88

Anlage 2

Proto-koll-Nr.	Wohn-ein-heiten	zugehörige Wohn- bzw. Nutz-fläche	Zum Gebäude	gemessener Stromkreis	gemes-sene Leistung (Normal-betrieb)	gemes-sene Leistung (Bereit-schaft)	Fak-tor für Pha-sen	Stun-den Mess -zeit-raum	gemes-sene Arbeit	Arbeit pro Tag	mittlere Leistung wäh-rend Messzeit	Lineare Hochrech-nung: Arbeit pro Jahr
	n	m²			[W]	[W]		[h]	[kWh]	[kWh/d]	[W]	[kWh/a]
4	14	336	Wohnheim Haus 3	Kellerflurbeleuchtung Bj. 1999 Halogen mit Bewegungsmelder	140	0		1.394	91,6	1,58	65,71	575,62
5	14	336	" "	EG-Flurbeleuchtung mit Bewegungsmelder für 15 m² Flur	135	0		1.469	31,6	0,52	21,51	188,44
7	14	336	Wohnheim Haus 1	Außenbeleuchtung 2 * ESL 23 W mit Bewegungsmelder	46			1.394	19,5	0,34	13,99	122,54
8	14	336	"	Treppenhaus-, Flur- u. Kellerbeleuchtung, Bj 1999, mit Bewegungsmelder	140	0		1.394	92,7	1,60	66,50	582,53
9	14	336	"	Beleuchtung Abstellraum, mit Bewegungsmelder				1.393	31,4	0,54	22,54	197,46
10	14	500	Wohnheim Kantine	Pumpensumpf/Drainage				1.392	67,2	1,16	48,28	422,90
11	14	336	Wohnheim Haus 3:	Treppenheizung Phase L1			3	1.322	9,9	0,18	7,49	65,63
15	keine	500	Wohnheim Kantine	Fußbodenheizung 10m²-Eingangsbereich	4400	5	2	1.199	164,5	3,29	137,20	1.201,85
54	keine		Wohnheim Kantine	Hebeanlage				984	0	0,00	0,00	0,00

Anlage 2b: Eigene Messergebnisse: Leistung

Pro-tokoll -Nr.	zum Gebäude	An-zahl WE	m² Wohn-fläche	Bezeichnung	Nenn -be-trieb	Bereit-schaft	Schein-Aus
					[W]	[W]	[W]
40	MFH (Ferienwohnun-gen). Bj. 1970er. 8 Geschosse. 1 Eingang.	101	3.535	Kopfstation für Sat-Empfang	70,5	70,5	
41	"	101	3.535	Fahrstuhl		229	
42	"	101	3.535	Druckerhöhung	1650		
43	"	101	3.535	Kopfstation	72	72	
44	"	101	3.535	Hausanschlußver-stärker BK. Ist 2 mal vorhanden	11,3	11,3	
45	"	101	3.535	5 TV-Umsetzer/ Netzteil/ Kopfstation	51,8	51,8	
50	"	101	3.535	Sprechanlage	49	49	
51	"	101	3.535	BK-Verstärker	1,6	1,6	
52	"	101	3.535	BK-Verstärker	2,5	2,5	
53	"	101	3.535	Kopfstation SAT-Aufbereitung. 2 X vorhanden.	41	41	
17	EFH. Bj. 1979	1	200	Sat-TV- Multiswitch mit 2 LNBs, 8 Ausgänge. Bj. 2000	19	19	
18	"	1	200	Antennenverstärker Bj 1979 für terr. TV (analog und digital)	2	2	
72	MFH. 3 Geschosse. 1 Eingang. Modernisiert 2007	6	300	Kabel -TV Hausan-schlußverstärker BK. Bj. 2007	4,2	4,2	
71	"	6	300	Kabel-TV Hausan-schlußverstärker BK	8,6	8,6	
107	EFH. Mod. zu Passivhaus. 2006	1	120	Regenwasser-Nut-zungs-Förderpumpe. Pumpt bei Bedarf (Klospülung) aus Regenwassertank zu 3 Klos und 1 Handwaschbecken	645	0,6	-
108	"	1	120	Nachspeise-Magnetventil. Schwimmer und magn. Ventil zum Einlassen von Trinkwasser in Regenwassertank für Mindestfüllstand.	8,3	0,6	-
82	MFH. 8 Geschosse. 1 Eingang	48	2.880	Netzteil von Kabel-TV-Verstärker	12,4	12,4	-
83	"	48	2.880	Kopfstation mit 12 Einschüben (TV Konverter)	92,3	92,3	-
84	"	48	2.880	Kopfstation mit 8 Ein-schüben, Schaltnetzteil	69	69	-
85	"	48	2.880	Kopfstation	39,7	39,7	-

Pro-tokoll -Nr.	zum Gebäude	An-zahl WE	m² Wohn-fläche	Bezeichnung	Nenn -be-trieb	Bereit-schaft	Schein-Aus
					[W]	[W]	[W]
86	"	48	2.880	Wohngebäude. Haus-anschlußverstärker BK	12,8	12,8	-
88	MFH (Ferienwoh-nungen). Bj. 1988. 9 Geschosse. 1 Eingang	70	3.000	Sprechanlage für EG bis 4. OG.	14	14	-
89	"	56	2.857	Sprechanlage für 5. bis 8. OG.	30	30	
90	"	136	5.857	Antennenverstärker	13	13	-
26	MFH (Ferienwoh. Bj. ca. 1990. 3 Ge-schosse, 3 Eingänge.	50	2.276	Antennenverstärker + Sprechanlage. Bj. 1990	26	26	
27	"	50	2.276	Filterpumpe für Schwimmbad. Bj. 1990	3480	0	
28	"	6 von 50	276 von 2.276	Flurlicht 1.OG. 4 * 40 W-Glühlampen, Ein-schaltdauer 1,5 Min. Auf dem Flur: Woh-nungstüren zu 6 WE	160	0	
29	"	6 von 50	276 von 2.276	Flurlicht. 3. OG. 5*40 W - Glühlampen. Einschaltdauer 90 Sek. Abgänge zu 6 WE	203	0	
30	"	6 von 50	276 von 2.276	Flurlicht 2. OG. 3*40W, 1*25 W - Glühlampen. Abgänge zu 6 WE	139	0	
32	"	50	2.276	Lüftung Keller.	382	0	
34	"	50	2.276	Druckerhöhungsanl.	?	37	
13	Haupthaus/Kantine	Kan-tine	Kan-tine	Podestheizung Eingangsbereich, Bj. nach 1994	4400	5	
6	Wohnheim Haus 3	14	336	Treppenheizung	2921	11	
19	"	14	336	Autom. Fensteröffner, Bj. 1994. Öffnet ab 25 ° C, schließt ab 20 °C.	?	0	
22	"	14	336	Siedle Sprech- und Klingelanlage	19	19	
23	"	14	336	Hausanschlußverstär-ker BK	4,6	4,6	
21	Wohnheim Haus 2	14	336	Hausanschlußverstär-ker BK, Bj. ab 1994	2,6	2,6	
24	Schulungszentrum	keine	ca. 1. 000	Notausgangsbeleuch-tung. 8 Notausgangs-leuchten	97	97	
25	Schulungszentrum	keine	ca. 1.000	RWA		0	
55	Wohnheim Haupthaus/ Kantine	42	1.550	Außenbeleuchtung Masten Innenhof und Schulungsgebäude. 14 * 150 W	2101		
56	Wohnheim / Schulungscenter	ca. 60 Parkpl.	1.550	Außenbeleuchtung Parkplätze. 14 * 150 W	2172		
57	Wohnheim Haupthaus/Kantine	Kan-tine	500	Alarmanlage	k.A.	14	

Anlage 3

Stromkosten und Stromverbrauch von Aufzügen

Basis: Messwerte eines Wohnungsunternehmens, 2007

Gebäude	Fläche Gebäude	Verrechnungs-einheiten (VE)	Stromkosten	Strom-kosten	Stromverbrauch pro VE	Strom-verbrauch
	m²	n	€/(VE*a)	€/(m²*a)	kWh/(VE*a)	kWh/(m²*a)
1	5.699	84	37,59	0,55	193,66	2,85
2	98	1	51,21	0,52	263,83	2,69
3	82	1	39,88	0,49	205,46	2,52
4	9.101	183	18,75	0,38	96,60	1,94
5	1.535	32	11,49	0,24	59,20	1,23
6	10.333	173	18,54	0,31	95,52	1,60
7	1.142	18	36,04	0,57	185,68	2,93
8	3.022	63	11,00	0,23	56,67	1,18
9	12.772	216	21,76	0,37	112,11	1,90
10	2.088	42	13,22	0,27	68,11	1,37
11	11.808	240	11,25	0,23	57,96	1,18
12	172.594	3.082	15,21	0,27	78,36	1,40
13	8.013	160	12,24	0,24	63,06	1,26
14	17.737	360	14,21	0,29	73,21	1,49
15	2.495	48	9,69	0,19	49,92	0,96
16	949	18	23,10	0,44	119,01	2,26
17	8.543	128	18,75	0,28	96,60	1,45
18	9.207	144	23,61	0,37	121,64	1,90
19	4.788	92	20,59	0,40	106,08	2,04
20	2.118	36	18,99	0,32	97,84	1,66
21	2.879	55	28,18	0,54	145,18	2,77
22	1.139	30	19,29	0,51	99,38	2,62
23	4.698	86	21,03	0,38	108,35	1,98
24	17.739	333	17,14	0,32	88,30	1,66
25	19.082	336	14,17	0,25	73,00	1,29
26	12.349	205	12,57	0,21	64,76	1,08
27	16.252	347	8,90	0,19	45,85	0,98
28	8.950	207	7,09	0,16	36,53	0,84
29	6.910	103	15,17	0,23	78,16	1,16
30	16.300	237	17,64	0,26	90,88	1,32
31	2.816	56	15,93	0,32	82,07	1,63
32	1.641	21	35,05	0,45	180,58	2,31
33	61.095	848	27,54	0,38	141,89	1,97
34	7.941	107	35,97	0,48	185,32	2,50
35	7.839	110	24,57	0,34	126,58	1,78
36	2.023	40	7,90	0,16	40,70	0,80
37	942	18	32,15	0,61	165,64	3,16
38	2.414	32	19,40	0,26	99,95	1,33
39	3.133	64	10,28	0,21	52,96	1,08
40	1.886	40	11,22	0,24	57,81	1,23
41	2.324	48	18,33	0,38	94,44	1,95
42	644	9	26,18	0,37	134,88	1,88
43	6.250	131	9,69	0,20	49,92	1,05
44	2.154	48	15,71	0,35	80,94	1,80
45	1.785	24	12,50	0,17	64,40	0,87
46	1.785	24	13,33	0,18	68,68	0,92
47	2.097	48	7,88	0,18	40,60	0,93
48	45.249	640	10,98	0,16	56,57	0,80
49	871	19	31,71	0,69	163,37	3,56
50	857	16	20,30	0,38	104,59	1,95
		arithm. Mittel:	**19,50**	**0,33**	**100,46**	**1,70**
		Median:	**17,99**	**0,31**	**92,66**	**1,62**
		Min.-Wert:	**7,09**	**0,16**	**36,53**	**0,80**
		Max.-Wert:	**51,21**	**0,69**	**263,83**	**3,56**